



KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020020055418 A
 (43)Date of publication of application: 08.07.2002

(21)Application number: 1020010085940

(22)Date of filing: 27.12.2001

(71)Applicant: SEMICONDUCTOR
ENERGY LABORATORY
K.K.

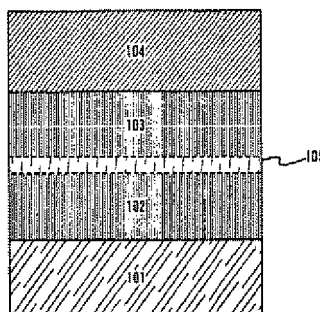
(72)Inventor: SEO SATOSHI
YAMAZAKI SHUNPEI

(51)Int. Cl. H05B 33 /22

(54) LIGHT EMITTING DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

(57) Abstract:

PURPOSE: A light emitting device and a manufacturing method thereof are provided to improve a drive voltage and an element lifetime by lowering energy barriers between organic layers. CONSTITUTION: A light emitting device including an organic light emitting element at least comprises an anode(101), a cathode(104), a first layer(102) including a first organic compound, a second layer (103) including a second organic compound which is different from the first organic compound, and a region(105) including the first organic compound and the second organic compound between the first layer and the second layer.



copyright KIPO 2003

Legal Status

Date of request for an examination (00000000)

Notification date of refusal decision (00000000)

Final disposal of an application (application)

Date of final disposal of an application (00000000)

Patent registration number ()

Date of registration (00000000)

Number of opposition against the grant of a patent ()

Date of opposition against the grant of a patent (00000000)

Number of trial against decision to refuse ()

Date of requesting trial against decision to refuse ()

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷
H05B 33/22

(11) 공개번호 특 2002-0055418
(43) 공개일자 2002년 07월 06일

(21) 출원번호	10-2001-0085940
(22) 출원일자	2001년 12월 27일
(30) 우선권주장	JP-P-2000-00400730 2000년 12월 28일 일본(JP) JP-P-2001-00045847 2001년 02월 21일 일본(JP)
(71) 출원인	가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 야마자키 순페이 일본국 가나가와켄 마쓰기시 하세 398
(72) 발명자	세오사토시 일본국 가나가와켄 243-0036 마쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내 야마자키 순페이 일본국 가나가와켄 243-0036 마쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오따이 에네루기 켄큐쇼 내
(74) 대리인	이병호

심사청구 : 없음

(54) 발광 디바이스 및 그 제조 방법

요약

적층 유기 화합물층의 층들(layers of a laminate organic compound layer)사이의 인터페이스들에서 에너지 장벽들을 낮추는 구조를 갖는 발광 디바이스가 제공된다. 유기 화합물층(1)(102)을 구성하는 재료와 유기 화합물층(2)(103)을 구성하는 재료로 구성된 혼합층(105)이 유기 화합물층(1)(102)과 유기 화합물층(2)(103)사이의 인터페이스에 형성된다. 그래서, 유기 화합물층(1)(102)과 유기 화합물층(2)(103)사이에서 형성된 에너지 장벽이 낮아질 수 있다.

도면도

도 1b

색인어

적층 유기 화합물층, 에너지 장벽, 혼합층

참고문헌

도면의 간단한 설명

- 도 1a 내지 도 1d는 본 발명의 혼합층을 예시하는 도면.
- 도 2a 및 도 2b는 혼합층에서 농도 경사도(gradient)를 예시하는 도면.
- 도 3a 내지 도 3d는 혼합층의 형성을 예시하는 도면.
- 도 4는 본 발명에 따른 유기 발광 소자에서 소자 구조를 예시하는 도면.
- 도 5는 본 발명에 따른 유기 발광 소자에서 소자 구조를 예시하는 도면.
- 도 6은 본 발명에 따른 유기 발광 소자에서 소자 구조를 예시하는 도면.
- 도 7a 내지 도 7d는 제조 처리를 예시하는 도면.
- 도 8a 내지 도 8c는 제조 처리를 예시하는 도면.
- 도 9a 내지 도 9c는 제조 처리를 예시하는 도면.
- 도 10a 및 도 10b는 발광 디바이스의 밀봉 구조를 예시하는 도면.
- 도 11은 발광 디바이스를 예시하는 단면도.
- 도 12a 내지 도 12h는 전자 제품의 예를 도시하는 도면.
- 도 13a 및 도 13b는 종래 유기 발광 소자를 도시하는 도면.

부가하며, 유기 발광 소자는 자체 발광 소자로 유기 화합물층 자체가 빛을 발하기 때문에 종래의 액정 디스플레이에서 이용되는 백 라이트(back light)가 필요없다. 그러므로, 유기 발광 소자는 매우 얇고 가벼운 디바이스로 제조되는 큰 이점을 갖는다.

유기 화합물층에 예를 들어 약 100 내지 200 nm의 두께일 때, 유기 화합물층에서는 캐리어(carrier)의 이동성을 근거로 수십 nsec내에 재결합(recombination)이 일어난다. 캐리어 재결합에서 발광까지의 처리가 고려된다라도, 유기 발광 소자는 수 μ sec 정도내에 발광 준비가 될 수 있다. 따라서, 고속 응답이 또한 유기 발광 소자의 특성 중 하나가 된다.

유기 발광 소자는 캐리어 주입형이므로, 이는 직류 전압으로 구동될 수 있어 잡음이 거의 발생되지 않는다. 구동 전압에 대해, 100 cd/m²의 충분한 휘도는 유기 화합물층에 대해 약 100 nm의 균일한 두께를 갖는 매우 얇은 막을 이용하여 5.5V에서 얻어지고, 유기 화합물층에 대해 캐리어 주입 장벽을 낮출 수 있는 전극 재료를 선택하고, 헤테로(hetero) 구조(적층 구조(laminate structure))(참고 1: C.W. Tang 및 S.A. VanSlyke, '유기 전계발광 다이오드(Organic electroluminescent diodes)', Applied Physics Letters, vol. 51, no. 12, 913-915(1987))를 도입하는 것으로 보고된다.

얇고, 가볍고, 고속 응답을 갖고, 직류 저전압으로 구동하는 것을 포함하는 이들 특성으로, 유기 발광 소자는 차세대 평면 패널 디스플레이 소자로 관심을 끌고 있다. 부가하며, 넓은 시정각(viewing angle)을 갖는 자체 발광 디바이스이므로, 유기 발광 소자는 더 나은 가시도를 가져 전자 제품의 디스플레이 화면에 이용될 때 효과적인 것으로 생각된다.

참고 1에서 설명된 유기 발광 소자에서는 일함수가 낮고 음극으로 비교적 안정되어 더 많은 전자가 주입되는 Mg:Ag 합금을 이용하여 캐리어 주입 장벽이 낮아진다. 이는 매우 많은 수의 캐리어를 유기 화합물층에 주입하는 것을 가능하게 한다.

또한, 다이아민(diamine) 화합물로 형성된 홀 수송층 및 Alq₃(tris(8-quinolinolate) aluminum complex)로 형성된 전자 수송 발광층이 유기 화합물층으로 적층된 단일 헤테로 구조는 캐리어 재결합 효율성을 지속적으로 개선시키도록 채택된다. 이는 다음과 같이 설명된다.

유기 화합물층이 예를 들어 Alq₃의 단일층으로 구성된 유기 발광 소자의 경우, 음극으로부터 주입되는 대부분의 전자는 홀과 재결합되지 않고 양극에 이르러, 발광 효율성이 매우 낮다. 간단하게, 균형된 양으로 전자와 홀을 모두 수송할 수 있는 재료(이후에 쌍극 재료(bipolar material)라 칭하여지는)는 단일층의 유기 발광 소자가 빛을 효과적으로 방사할 수 있도록 이용되어야 하지만, Alq₃는 그 요구조건을 만족시키지 못한다.

한편, 참고 1에서와 같이 단일 헤테로 구조(2-층 구조)가 채택될 때, 음극으로부터 주입되는 전자는 홀 수송층과 전자 수송 발광층 사이의 인터페이스에서 차단되어, 전자 수송 발광층에서 트랩(trap) 된다. 그래서, 캐리어의 재결합은 높은 효율성으로 전자 수송 발광층에서 일어나, 효과적으로 빛이 방사된다.

이러한 개념의 캐리어 차단 기능을 확장시키면, 캐리어 재결합 영역을 제어하는 것이 가능하다. 한 예로, 홀 수송층과 전자 수송층 사이에 홀을 차단할 수 있는 층(홀 차단층)을 삽입하고 그 홀층을 홀 수송층에 트랩시킴으로써 홀 수송층이 빛을 발하게 하는데 성공하였다는 보고가 있다(참고 2: Yasunori KIJIMA, Nobutoshii ASAI 및 Shin-ichiro TAMURA, '청색 유기 발광 다이오드(A Blue Organic Light Emitting Diode)', Japanese Journal of Applied Physics, vol. 38, 5274-5277(1999)). 참고 2에서 도시된 재료로 형성된 홀 차단층은 발광층 보다 더 높은 여기 에너지를 가지므로, 분자 여기자가 확산되는 것을 또한 방지한다.

참고 1의 유기 발광 소자는 홀 수송층이 홀을 수송하도록 지정되고 전자 수송 발광층이 전자를 수송하며 빛을 발하도록 지정되는 기능 분리에 의해 특징지어진다고 말할 수 있다. 기능을 분리시키는 개념은 홀 수송, 전자 수송, 및 발광의 3가지 종류의 기능이 3가지 다른 재료로 행해지는 방법이 제안될 때까지 확장된다. 이 방법으로, 캐리어 수송에서는 열악하지만 발광 효율성이 높은 재료가 발광 재료로 이용될 수 있고, 그에 따라 유기 발광 소자의 발광 효율성이 개선된다.

그에 대한 통상적인 방법은 염료 도핑이다(참고 3: C.W. Tang, S.A. VanSlyke, 및 C.H. Chen, '도핑된 유기 박막의 전계 발광(Electroluminescence of doped organic thin films)', Journal of Applied Physics, vol. 65, no. 9, 3610-3616(1989)). 도 13a에 도시된 바와 같이, 홀 수송층(1101)과 전자 수송층(1102)(1102는 또한 발광층으로 동작함)이 제공된 단일 헤테로 구조에서는 전자 수송층(1102)이 염료(1103)로 도핑되어 발광된 빛에 염료(1103)의 색깔을 제공한다. 홀 수송층(1101) 측이 대신에 염료(1103)로 도핑될 수 있다.

이와 대조적으로, 도 13b에 도시된 바와 같이 발광층이 홀 수송층과 전자 수송층 사이에 샌드위치형으로 위치하는 이중 헤테로 구조(3-층 구조)가 있다(참고 4: Chihaya ADACHI, Shizuo TOKITO, Tetsuo TSUTSUMI, 및 Shogo SAITO, '3층 구조를 갖는 유기박막에서의 전계 발광(Electroluminescence in Organic Films with Three-layered Structure)', Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 27, No. 2, L269-L271(1988)). 이 방법에서, 홀은 홀 수송층(110)으로부터 발광층(1104)으로 주입되고, 전자는 전자 수송층(1102)에서 발광층(1104)으로 주입된다. 그러므로, 캐리어의 재결합은 발광층(1104)에서 일어나고, 발광층(1104)으로 이용되는 재료의 색깔을 갖는 빛이 방사된다.

기능의 분리로 다양한 기능(발광, 캐리어 수송, 및 전극으로부터의 캐리어 주입과 같은)을 동시에 발생하는 것으로부터 한 유기 재료를 절약하므로(예를 들어, 기능의 분리가 불필요한 쌍극 재료를 찾도록 노력하므로), 기능을 분리하는 이점은 분자 설계에서 증가된 자유도이다. 다른 말로 하면, 높은 발광 효율성은 캐리어 수송 기능에 뛰어난 재료와 발광 특성에 뛰어난 재료를 간단히 조합함으로써 쉽게 얻어질 수 있다.

이러한 이점들 때문에, 참고 1 내지 4에서 설명된 적층 구조의 개념 자체(캐리어 차단 기능 또는 기능 분

리)는 계속하여 널리 이용된다.

그러나, 상술된 바와 같은 적층 구조는 다른 재료를 조합하므로, 인터페이스에 에너지 장벽이 형성되는 것을 방지할 수 없다. 인터페이스에서 캐리어의 에너지 장벽 차단 이동은 다음의 두가지 문제점을 일으킨다.

한가지 문제점은 에너지 장벽이 구동 전압을 더 낮출 때 뒤로 당겨진다는 점이다. 사실상, 현재 유기 발광 소자에 대해, 복합 시스템 폴리머(conjugate system polymer)를 이용하는 단일층 구조는 적층 구조를 갖는 소자의 구동 전압에 있어서 뛰어나고 전력 효율성(단위: lm/w)에서 상당 데이터(top data)를 유지하는 것으로 보고된다(보고 내용에서 이루어진 비교는 단일 여기로부터의 발광이고, 그 보고는 삼중 여기로부터의 발광을 다루지 않음을 주목하여야 한다)(참고 5: Tetsuo Tsutsu, Journal of Organic Molecular Electronics and Bioelectronics Division of The Japan Society of Applied Physics, vol. 11, no. 1, p.8(2000)).

참고 5에서 기술되는 복합 시스템 폴리머는 쌍극 재료로, 적층 구조의 재료와 똑같은 레벨의 캐리어 재결합 효율성을 제공할 수 있다. 그러므로, 단일층 구조가 적층 구조를 이용하지 않고 다른 방법에 의해, 또는 쌍극 재료를 이용하여 똑같은 레벨의 캐리어 재결합 효율성을 제공할 수 있으면, 구동 전압은 실제로 적층 구조에서 보다 더 적은 인터페이스를 갖는 단일층 구조에서 더 낮다.

예를 들어, 구동 전압은 더 많은 캐리어가 주입될 수 있도록 전극과의 인터페이스에 에너지 장벽을 낮출 수 있는 재료를 삽입함으로써 낮추어질 수 있다(참고 6: Takeo Wakimoto, Yoshinori Fukuda, Kenichi Nagayama, Akira Yokoi, Hitoshi Nakada, 및 Masami Tsuchida, '전자 주입 재료로 알칼리 금속 화합물을 이용하는 유기 EL 셀(Organic EL Cells Using Alkaline Metal Compounds as Electron Injection Materials)', IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, vol. 44, no. 8, 1245-1248(1997)). 참고 6에서는 구동 전압이 전자 주입층으로 LiO를 이용하여 성공적으로 낮추어졌다.

그러나, 유기 재료 사이(예를 들어, 홀 수송층과 발광층 사이, 이후에는 '유기층 사이'라 칭하여지는)의 캐리어 이동성에 대한 논의는 아직 해결되지 않았고, 단일층 구조의 구동 전압을 낮추기 위한 주요점으로 생각된다.

에너지 장벽층에 의해 발생하는 다른 문제점은 유기 발광 소자의 수명에 대한 영향이다. 다른 말로 하면, 휘도는 금지된 캐리어 주입 및 결과적인 전하의 축적에 의해 낮아진다.

비록 이 변형의 메커니즘을 명확하게 설명하는 이론은 없지만, 휘도의 저하는 양극과 홀 수송층 사이에 홀 주입층을 삽입하고 dc 구동 대신에 사각파로 ac 구동함으로써 제한될 수 있는 것으로 보고된다(참고 7: S.A. VanSlyke, C.H. Chen, 및 C.W. Tang, '개선된 안정성을 갖는 유기 전계발광 디바이스(Organic electroluminescent devices with improved stability)', Applied Physics Letters, Vol. 69, No. 15, 2160-2162(1996)). 이는 실험적으로 휘도의 저하가 홀 주입층의 삽입 및 ac 구동을 통해 전하의 축적을 방지시킴으로써 제한될 수 있는 것으로 검증된다.

상기로부터, 적층 구조는 캐리어 재결합 효율성을 용이하게 증진시킬 수 있고, 기능 분리의 견지에서 재료의 선택을 넓힐 수 있지만, 한편으로, 캐리어의 이동을 방해하고 구동 전압에 영향을 주어, 많은 유기층 사이에 인터페이스가 많기 때문에 휘도를 낮추는 것으로 결론지워진다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기를 고려하여 이루어졌으므로, 본 발명의 목적은 종래에 이용되었던 적층 구조의 이점(캐리어(carrier) 차단 기능 또는 기능 분리)을 이용하면서 유기층 사이에 에너지 장벽을 낮춤으로써 종래보다 구동 전압을 낮추고 수명이 연장된 유기 발광 소자를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 이 유기 발광 소자를 이용함으로써 종래보다 구동 전압을 낮추고 수명이 연장된 발광 디바이스를 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 이 발광 디바이스를 이용하여 제조함으로써 종래 기술과 비교해 더 적은 전력을 소모하고 더 긴 시간 동안 지속되는 전자 제품을 제공하는 것이다.

도 13a에서와 같은 염료(1103) 도핑 방법은 유기 발광 소자가 고체일 때 빛을 발하지 않지만, 저농도의 용액(예를 들면, 퀴나크리논(quinacridon)에 분사될 때만 빛을 방출하는 것으로 관찰되는 재료)을 이용하도록 허용하는 이점을 갖는다. 따라서, 그 방법은 농도 켄칭(concentration quenching)에 용이한 발광 재료들에 대해 효과적인 것으로 간주될 수 있다.

그 방법의 단점은 도핑에 이용되는 염료의 양이 통상적으로 매우 작아서(일부 경우에는 1 wt% 이하), 널리 이용되는 진공 증착에 의해 유기 발광 소자가 제조되는 경우에 증착량의 제어가 어렵다는 점이다. 발광 효율성은 특히 도핑에 이용되는 염료량의 변화에 응답하고, 발광 효율성은 진공 증착에 의해 제조되는 소자들 사이에서 변동되는 것으로 생각된다.

또한, 염료는 염료 도핑 방법에서 게스트(guest)이다. 이 경우, 호스트(host) 재료의 최고 점유 분자 궤도(highest occupied molecular orbital, HOMO) 및 최저 비점유 분자 궤도(lowest unoccupied molecular orbital, LUMO)(이후에는 여기 에너지 레벨이라 칭하여지는) 사이의 에너지 차이는 게스트의 여기 에너지 레벨 보다 더 커야 한다. 부가하여, 호스트는 캐리어 수송면에서 양호하여야 한다. 호스트의 최대 방사 길이는 게스트의 최대 흡수 파장과 정합되어 발광 효율성을 증진시키는 것이 보다 바람직하다.

그러나, 예를 들어 청색 게스트에 관련된 호스트는 청색광과 같은 단파장 가시광선 보다 훨씬 더 큰 여기 에너지 레벨을 갖도록 요구되므로, 호스트 재료의 선택은 매우 제한된다. 적색 게스트의 호스트에 대해서도 상기 요구조건을 모두 만족시키는 재료는 발견되지 않았다. 염료 도핑 방법의 또 다른 결점은 도핑에 이용되는 염료에 대해 최적인 호스트 재료가 선택되어야 한다는 점이다.

상기를 고려하여, 도 13b에 도시된 것과 같은 이중 헤테로(hetero) 구조(홀 수송층 + 발광층 + 전자 수송

층)가 바람직하다. 비록 고체 상태에서도 빛을 발할 수 있는 것이 발광층의 재료로 선택되어야 하지만 (다른 말로 하면, 농도 ??형 재료가 이용될 수 있지만), 많은 수의 캐리어를 수송하는 기능이 항상 필수적인 것은 아니다. 그러므로, 재료의 선택이 비교적 넓다.

그러나, 도 13b에 도시된 바와 같은 이중 헤테로 구조는 3개의 다른 재료를 조합시키고, 매 2개 층 사이에(홀수층(1101)과 발광층(1104) 사이와, 전자 수송층(1102)과 발광층(1104) 사이에) 인터페이스(이후에는 유기 인터페이스라 칭하여지는)가 있다. 따라서, 그 구조는 유기 인터페이스에 의해 발생하는 상술된 2가지 문제점을 겪게 된다.

요약하면, 도 13b에서와 같은 이중 헤테로 구조는 염료 도핑 방법을 이용하지 않고 기능을 분리할 수 있는 큰 이점을 갖지만, 한편, 발광층으로의 캐리어 이동을 방해하고 구동 전압 및 소자 수명에 큰 영향을 주도록 발광층의 두 엣지 부분에 모두 유기 인터페이스를 갖는다.

그러므로, 본 발명의 목적은 종래에 이용되었던 이중 헤테로 구조에서 유기 인터페이스를 제거하여 캐리어의 이동성을 특히 증진시키면서, 동시에 각 기능을 표현하도록 이중 헤테로 구조에서 기능 분리의 개념을 이용하는 것이다(이후에 기능 표현이라 칭하여지는). 본 발명의 또 다른 목적은 그에 의해 종래보다 구동 전압을 낮추고 소자 수명이 연장된 유기 발광 소자를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 이 유기 발광 소자를 이용함으로써 종래보다 구동 전압을 낮추고 수명이 연장된 발광 다이오드를 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 이 발광 다이오드를 이용하여 제조함으로써 종래 기술에 비교하여 더 적은 전력을 소비하고 더 오랜 기간 동안 지속되는 전자 제품을 제공하는 것이다.

유기 인터페이스에 의해 캐리어 이동을 차단하기 위한 모델로, 본 발명자는 다음의 두가지 메커니즘을 고려한다.

한가지 메커니즘은 유기 인터페이스의 형태 미론을 포함한다. 유기 발광 소자의 유기 화합물막은 통상적으로 분자간 힘, 즉 쌍극 상호작용에 의해 집합된 유기 화합물 분자들로부터 형성된 비정질 막이다. 그러나, 헤테로 구조가 이러한 분자의 집합을 이용하여 설립될 때, 분자의 형상 및 크기에서의 차이는 적층 구조의 인터페이스(즉, 유기 인터페이스)에 많은 영향을 줄 수 있다.

적층 구조가 특히 분자 크기에 큰 차이를 갖는 재료를 이용하여 설립되면, 유기 인터페이스의 결합 일치성은 매우 열악해질 수 있다. 그에 대한 개념도는 도 14에 도시된다. 도 14에서는 작은 분자(1401)로 구성된 제 1 층(1411)과 큰 분자(1402)로 구성된 제 2 층(1412)이 적층된다. 이 경우에는 열악한 일치 영역(1414)이 층(1411)과(1412) 사이의 유기 인터페이스(1413)에 형성된다.

도 14에 도시된 열악한 일치 영역들(poor conformance regions)(1414)은 캐리어의 이동을 차단하는 장벽(또는 에너지 장벽)으로 동작할 수 있으므로, 구동 전압을 낮추는데 반대가 된다. 또한, 에너지 장벽을 통과할 수 없는 캐리어는 전하로 축적되며, 상술된 바와 같이 휘도의 저하를 유도할 수 있다.

다른 메커니즘은 적층 구조를 설립하는(즉, 유기 인터페이스를 형성하는) 처리를 포함한다. 적층 구조를 갖는 유기 발광 소자는 통상적으로 각 층을 형성할 때 오염을 방지하기 위해 도 15에 도시된 것과 같이 다중-챔버(multi-chamber)형(인-라인 형(in-line type)) 증착 장치에 의해 제조된다.

도 15에 도시된 예는 홀 수송층, 발광층, 및 전자 수송층으로 구성된 이중 헤테로 구조를 만들기 위한 증착 장치의 개념도이다. 먼저, 양극을 포함한 기판(예를 들어 ITO(indium tin oxide)로 형성된)이 로딩(loading) 챔버로 전달된다. 기판에는 자외선 방사 챔버에서 진공 대기로 자외선이 조사되어 양극 표면을 청소한다. 양극이 특히 ITO와 같은 산화물일 때, 예비처리 챔버(pretreatment chamber)에서는 산화 처리가 행해진다. 이어서, 적층 구조의 층들이 형성된다. 홀 수송층은 증착 챔버(1501)에서 형성되고, 발광층(도 15에서 적색, 녹색, 및 청색층)은 증착 챔버(1502 내지 1504)에서 형성되고, 또한 전자 수송층은 증착 챔버(1505)에서 형성된다. 음극은 증착 챔버(1506)에서 증착에 의해 형성된다. 마지막으로, 밀봉 챔버에서 밀봉 처리가 실행되고, 기판은 유기 발광 소자를 구하도록 언로딩(unloading) 챔버에서 꺼내진다. 샘플들(1511 내지 1516)은 증착 소스를 나타낸다.

상기의 인-라인형 증착 장치는 다른 챔버(1501 내지 1505)에서 다른 층들이 형성되는 것을 특징으로 한다. 다른 말로 하면, 그 장치는 층의 재료의 혼합이 거의 완전히 방지되도록 구성된다.

비록 증착 장치의 내부 압력이 통상적으로 약 10^{-4} 내지 10^{-5} pascal로 감소되더라도, 적은 양의 기체 성분(산소 및 물과 같은)이 있다. 이러한 정도의 진공으로, 이들 적은 양의 기체 성분은 용이하게 수초내에 단일분자 흡수층을 형성할 수 있는 것으로 말할 수 있다.

따라서, 적층 구조의 유기 발광 소자가 도 15에 도시된 장치를 이용하여 제조될 때, 한 층의 형성과 또 다른 층의 형성 사이의 큰 간격이 문제가 된다. 다른 말로 하면, 적은 양의 기체 성분으로 인한 바람직하지 못한 흡수층(이후 불순물층이라 칭하여지는)은 특히 기판이 제 2 이동 챔버를 통해 전달 때 층 형성 사이의 간격에서 형성될 수 있다.

그에 대한 개념도는 도 16에 도시된다. 도 16에서, 불순물층(1613)은 제 2 층이 제 1 층에 적층될 때 제 1 유기 화합물(1601)로 형성된 제 1 층(1611) 및 제 2 유기 화합물(1602)로 형성된 제 2 층(1612) 사이의 적은 양의 불순물(1603)(물 및 산소와 같은)들로부터 형성된다.

불순물층들은 이 방법에서 층들(즉, 유기 인터페이스) 사이에 형성되며, 유기 발광 소자가 완성된 이후에 캐리어를 트랩 처리하는 불순물 영역으로 동작하고, 그에 의해 캐리어의 이동을 차단하고 구동 전압을 상승시킨다. 또한, 캐리어를 트랩 처리하는 불순물 영역의 존재는 전하를 누적시키게 하므로, 상술된 바와 같은 휘도의 저하가 유도될 수 있다.

이러한 구조를 고려하여, 본 발명자는 상술된 문제점을 해결하는 방법으로 도 1b 및 도 1d에 도시된 방안을 고안하였다. 그 방안은 유기 화합물층(1)(102) 및 유기 화합물층(2)(103)이 유기 발광 소자의 양극(101)과 음극(104) 사이에 적층되는 경우, 유기 화합물층(1)(101)을 구성하는 재료와 유기 화합물층

(2)(103)를 구성하는 재료를 모두 포함하는 혼합층(105)이 유기 화합물층(1)(102) 및 유기 화합물층(2)(103) 사이에 형성되는 구조(도 1b)이다. 그 구조(도 1b)는 한정된 인터페이스가 존재하는 중래 적층 구조(도 1a)의 대체이다. 여기서, 혼합층이란 말은 유기 화합물층(1)(102)과의 인터페이스 및 유기 화합물층(2)(103)과의 인터페이스가 투명하지 않더라도, 유기 화합물층(1)(102)을 구성하는 재료 및 유기 화합물층(2)(103)을 구성하는 재료를 모두 포함하는 영역을 포함한다.

미러한 소자는 실질적으로 상술된 중래 적층 구조의 유기 인터페이스를 갖지 않는다. 그러므로, 유기 인터페이스에 의해 발생하는 상술된 문제점(변형된 유기 인터페이스 형태 및 불순물층의 형성)이 해결될 수 있다.

먼저, 유기 인터페이스 형태의 변형이 해결되는 방법도 도 20을 참고로 설명된다. 도 20은 영역(1811), 영역(1821), 및 혼합 영역(1813)으로 구성된 유기 화합물막의 단면도이다. 영역(1811)은 작은 분자(1801)로 구성된다. 영역(1812)은 큰 분자(1802)로 구성된다. 혼합 영역(1813)은 작은 분자(1801) 및 큰 분자(1802)를 모두 포함한다. 도 20으로부터 명백한 바와 같이, 도 14에서는 유기 인터페이스(1413)가 주어져지 않아 열악한 일차 영역(1414)이 없다.

불순물층의 형성 문제점이 해결되는 방법은 간단하고 명확하다. 도 17과 같은 유기 발광 소자가 제조되 마야 할 때, 홀 수송 재료는 증착에 의해 양극상에 증착되고, 발광 재료는 증착이 완료되기 이전에 제 1 혼합 영역을 형성하도록 공통 증착에 의해 부가하여 증착된다. 제 1 혼합 영역이 완료된 이후에는 증착에 의한 홀 수송 재료의 증착이 중단되고, 증착(evaporation)에 의한 발광 재료의 증착 (deposition)만이 계속된다. 이어지는 단계는 이와 유사하고, 한가지 또는 두가지 재료가 전자 수송층이 완성될 때까지 유기 인터페이스를 형성하지 않고 증착에 의해 연속적으로 증착된다. 따라서, 도 15에 도시된 것과 같이 증착 장치를 이용하여 유기 발광 소자가 제조될 때 통상적으로 주어지는 간격이 없다. 간단하게, 불순물층을 형성할 시간이 없다.

도 1b에 도시된 구조를 이용함으로써, 도 1a에 도시된 중래 구조와 비교하여 유기층 사이의 에너지 장벽이 낮아져 더 많은 캐리어가 주입될 수 있다. 특히, 도 1a의 구조에 대한 에너지 대역도는 도 1c에 도시된 바와 같고, 유기층 사이에 혼합층이 제공되는 도 1b의 구조에 대한 에너지 대역도는 도 1d에 도시된 바와 같다. 도 1c 및 도 1d는 유기층 사이의 에너지 장벽이 연속적인 에너지 변화를 생성하도록 연속적인 결합 구조를 설립함으로써 낮아질 수 있음을 나타낸다. 따라서, 구동 전압이 낮아질 수 있고 휘도의 저하가 방지될 수 있다.

상기로부터, 본 발명에 따른 발광 디바이스는 적어도 유기 화합물로 구성된 제 1 층과, 제 1 층을 구성하는 유기 화합물과 다른 유기 화합물로 구성된 제 2 층을 포함하는 유기 발광 소자를 갖고, 제 1 층과 제 2 층 사이에는 제 1 층을 구성하는 유기 화합물과 제 2 층을 구성하는 유기 화합물을 모두 포함하는 혼합층이 제공된다.

상술된 제 1 층과 제 2 층의 조합은 표 1에 도시된다. 조합 A 내지 E 중에서 단일 조합(예를 들면, 조합 A 만) 또는 다수의 조합(예를 들면, 조합 A 및 B 모두)이 도입될 수 있다.

표 1

조합	제 1 층	제 2 층
A	홀 주입층	홀 수송층
B	전자 주입층	전자 수송층
C	홀 수송층	발광층
D	전자 수송층	발광층
E	전자 수송층	홀 차단층

조합 C 및 D가 모두 도입되면(다른 말로 하면, 발광층이 양측에 혼합층을 가지면), 발광 효율성은 발광층에 형성된 분자 여기자의 확산을 방지함으로써 더 증진될 수 있다. 그러므로, 발광층의 여기 에너지는 바람직하게 홀 수송층의 여기 에너지 보다 더 낮고 전자 수송층의 여기 에너지 보다 더 낮다. 이 경우에는 열악한 캐리어 수송 기능을 갖는 발광 재료가 유익하게 재료의 선택폭을 넓히도록 발광층으로 이용될 수 있다. 본 명세서에서, 여기 에너지란 말은 분자의 최고 점유 분자 궤도(HOMO) 및 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이를 칭한다.

보다 바람직하게, 발광층은 호스트 재료와, 그 호스트 재료 보다 낮은 여기 에너지를 갖는 발광 재료(도펀트(dopant))로 구성되므로, 홀 수송층의 여기 에너지 및 전자 수송층의 여기 에너지는 각각 도펀트의 여기 에너지를 넘게 된다. 이는 도펀트의 분자 여기자가 확산되는 것을 방지하여 도펀트가 효과적으로 빛을 발하게 한다. 캐리어 재결합 효율성은 또한 도펀트가 캐리어 트랩형 재료인 경우 증진된다.

상술된 본 발명에서, 혼합층을 연속적으로 조합하는 것은 캐리어의 이동성을 더 증진시키는 방안으로서 효과적인 것으로 생각된다. 혼합층은 바람직하게 농도 경사도(gradient)를 갖도록 형성된다. 따라서, 본 발명은 혼합층이 농도 경사도를 갖는 것을 특징으로 한다.

본 발명자는 또한 기능 표현을 가능하게 하면서 이중 헤일로 구조의 유기 인터페이스가 제거되는 유기 발광 소자를 제공하는 방안을 고안하였다. 그에 대한 개념도는 도 17에 도시된다. 비록 도 17에서는 기관(1701)상에 양극(1702)이 위치하지만, 그 구조는 역전되어 음극(1704)이 기관상에 위치할 수 있다.

도 17의 소자에서는 홀 수송 재료, 발광 재료, 및 전자 수송 재료를 포함하는 유기 화합물막(1703)에 홀 수송 영역(1705), 발광 영역(1706), 및 전자 수송 영역(1707)이 제공된다. 홀 수송 영역(1705)은 홀 수송 재료로 구성된다. 발광 영역(1706)은 발광 재료로 구성된다. 전자 수송 영역(1707)은 전자 수송 재료로 구성된다. 본 발명의 특성으로, 유기 화합물막에는 또한 홀 수송 재료와 발광 재료가 혼합되는 제

1 혼합 영역(1708), 및 전자 수송 재료와 발광 재료가 혼합되는 제 2 혼합 영역(1709)이 제공된다.

도 18 및 도 19는 도 17의 소자에서 막 두께 방향으로 농도 프로파일의 예를 도시한다. 도 18에는 제 1 혼합 영역(1708)에서 홀 수송 재료와 발광 재료의 합성 비율이 $x:z_1$ 으로 일정한 반면, 제 2 혼합 영역(1709)에서 전자 수송 재료와 발광 재료의 합성 비율이 $y:z_2$ 로 일정할 때의 프로파일이 도시된다. 도 19는 제 1 혼합 영역(1708)과 제 2 혼합 영역(1709)이 농도 경사도를 가질 때의 프로파일을 도시한다.

도 17의 소자도 또한 유기 인터페이스를 갖지 않으므로, 상술된 바와 같이, 캐리어는 매끄럽게 이동하고, 구동 전압 뿐만 아니라 소자 수명도 영향을 받지 않는다. 또한, 소자는 종래의 이중 헤테로 구조와 같은 기능 분리 때문에 발광 효율성에 대해 문제점을 갖지 않는다.

다른 기판이 단순히 결합한(헤테로 접합) 종래 헤테로 구조(적층 구조)와 대조적으로, 본 발명의 구조는 혼합 접합이라 칭하여질 수 있고, 새로운 개념을 근거로 하는 유기 발광 소자를 제공한다.

그러므로, 본 발명에 따른 발광 디바이스는 양극과 음극 사이에 삽입된 유기 화합물막을 갖는 유기 발광 소자를 갖고, 유기 화합물막은 홀 수송 재료, 전자 수송 재료, 및 발광 재료를 포함하고, 발광 디바이스는 유기 화합물막이 순서대로 연결된 홀 수송 영역, 제 1 혼합 영역, 발광 영역, 제 2 혼합 영역, 및 전자 수송 영역으로 구성되고, 홀 수송 영역이 양극에 가장 가깝고, 전자 수송 영역이 음극에 가장 가깝고, 홀 수송 영역이 홀 수송 재료를 포함하고, 제 1 혼합 영역이 홀 수송 재료와 발광 재료를 모두 포함하고, 발광 영역이 발광 재료를 포함하고, 제 2 혼합 영역이 전자 수송 재료와 발광 재료를 모두 포함하고, 전자 수송 영역이 전자 수송 재료를 포함하는 것을 특징으로 한다.

도 21a에 도시된 바와 같이, 주입되는 홀의 수를 증가시키는 재료(이후 홀 주입 재료라 칭하여지는)로 형성된 홀 주입 영역(1710)은 양극(1702)과 유기 화합물막(1703) 사이에 삽입될 수 있다. 다른 방법으로, 도 21b에 도시된 바와 같이, 주입되는 전자의 수를 증가시키는 재료(이후 전자 주입 재료라 칭하여지는)로 형성된 전자 주입 영역(1711)은 음극(1704)과 유기 화합물막(1703) 사이에 삽입될 수 있다. 홀 주입 영역과 전자 주입 영역은 모두 동시에 이용될 수 있다.

이들 경우에, 홀 주입 재료 또는 전자 주입 재료는 전극으로부터 유기 화합물막에 캐리어를 주입할 때 장벽을 낮추기 위한 재료하므로, 전극에서 유기 화합물막으로의 캐리어 이동을 원활하게 하여 전하 축적을 방지하는 효과를 갖는다. 그러나, 상술된 바와 같이 불순물층의 형성을 방지하는 견지에서, 주입 재료는 유기 화합물막을 형성하기 이전 또는 이후에 간격을 주지 않고 막에 형성된다.

상술된 본 발명의 유기 발광 소자는 호스트 재료가 발광 재료로 도핑되는 발광 영역을 가질 수 있다. 특히, 도 22에 도시된 바와 같이, 유기 화합물막(11003)은 홀 수송 재료, 전자 수송 재료, 발광 재료, 및 발광 재료에 호스트로 동작하는 호스트 재료를 포함하고, 그에 홀 수송 영역(11005), 발광 영역(11006), 및 전자 수송 영역(11007)이 제공된다. 홀 수송 영역은 홀 수송 재료로 구성된다. 발광 영역은 발광 재료(11012)로 도핑된 호스트 재료를 포함한다. 전자 수송 영역은 전자 수송 재료로 구성된다. 이 유기 화합물막에는, 본 발명의 한 특성으로, 홀 수송 재료와 호스트 재료가 혼합된 제 1 혼합 영역(11008) 및 전자 수송 재료와 호스트 재료가 혼합된 제 2 혼합 영역(11009)이 제공된다.

이 소자는 도 13a를 참고로 설명된 바와 같이 도핑에 이용되는 발광 재료(11012)의 양을 제어하는 것이 어려운 결점을 갖는다. 그러나, 많은 수의 캐리어를 수송하는 기능이 도 13a의 구조와 비교해 그렇게 필요하지 않기 때문에 호스트 재료의 선택폭을 넓힐 수 있는 이점이 있다. 호스트 재료가 발광 재료(11012)로 도핑되므로, 이 소자는 캐리어가 중단되지 않고 발광 영역을 통과하는 것을 방지하는데 효과적 이므로, 통상적으로 구동 전압을 낮추기 위해 발광 영역(11006)의 두께가 감소될 때 일어나기 쉽다.

도 22의 소자에서, 홀 주입 재료로 형성된 홀 주입 영역(11010)은 양극(11002)과 유기 화합물막(11003) 사이에 삽입될 수 있다. 다른 방법으로, 전자 주입 재료로 형성된 전자 주입 영역(11011)은 음극(11004)과 유기 화합물막(11003) 사이에 삽입될 수 있다. 또한, 홀 주입 영역과 전자 주입 영역 모두를 동시에 이용하는 것이 가능하다. 도 22에는 홀 주입 영역(11010)과 전자 주입 영역(11011) 모두를 형성하는 예가 도시된다.

상술된 유기 발광 소자에 홀 주입 영역이 제공될 때, 이는 특히 p형 도전성을 갖는 재료를 이용하는 것이 바람직하다. 그 예로, s-전자 복합 시스템 유기 화합물이 도전성을 개선하도록 루이스(Lewis) 산으로 도핑되는 방법이 이용될 수 있다. 막 형성 방법의 견지에서, 습식 용융에 의해 형성될 수 있는 폴리머 화합물을 이용하는 것이 바람직하다. 바람직한 루이스 산은 요오드와 같은 할로겐 원소를 포함하는 화합물이다.

상술된 유기 발광 소자에 전자 주입 영역이 제공될 때, 이는 특히 n형 도전성을 갖는 재료를 이용하는 것이 바람직하다. 그 예로, s-전자 복합 시스템 화합물이 도전성을 개선하도록 루이스 염기로 도핑되는 방법이 이용될 수 있다. 바람직한 루이스 염기는 세슘과 같은 알칼리 금속을 포함하는 화합물이다.

최근에는 높은 발광 효율성 때문에 삼중 여기로부터 기저 상태로 복귀할 때 방전되는 에너지(이후에는 삼중 여기 에너지라 칭하여지는)를 발광으로 변환할 수 있는 유기 발광 소자가 관심을 끌고 있다(참고 8: D.F. O'Brien, M.A. Baldo, M.E. Thompson, 및 S.R. Forrest, '전자 형광 디바이스들에서의 개선된 에너지 이동 (Improved energy transfer in electrophosphorescent device)', Applied Physics Letters, vol. 74, no. 3, 442-444(1999))(참고 9: Tetsuo TSUTSUI, Moon-Jae YANG, Masayuki YAHIRO, Kenji NAKAMURA, Teruichi WATANABE, Taishi TSUJI, Yoshinori FUKUDA, Takeo WAKIMOTO, 및 Satoshi MIYAGUCHI, '삼중 발광 센터로서 이리듐-복합체를 갖춘 유기 발광 디바이스에서의 높은 양자 효율성(High Quantum Efficiency in Organic Light-Emitting Devices with Iridium-Complex as a Triplet Emissive Center)', Japanese Journal of Applied Physics, vol. 38, L1502-L1504(1999)).

참고 8에서는 플레터늄을 갖는 금속 복합체가 이용되고, 참고 9에서는 중앙 금속으로 이리듐을 갖는 금속 복합체가 이용된다. 삼중 여기 에너지를 발광으로 변환할 수 있는 이들 유기 발광 소자는 종래보다 더 높은 휘도와 더 높은 발광 효율성으로 빛을 발할 수 있다.

그러나, 참고 9의 보고에 따라, 초기 휘도가 500 cd/m^2 으로 설정될 때, 휘도의 반감기는 약 170 시간으로, 이는 만족할 수 있는 소자 수명이 아니다. 아마도, 삼중 발광 소자의 짧은 소자 수명에 대한 이유는 분자 여기가 확산되는 것을 방지하기 위한 차단 재료 뿐만 아니라 발광 재료에 대해 적절한 호스트 재료의 필요성으로 다층 구조 및 많은 유기 인터페이스가 형성되기 때문이다.

본 발명의 개념, 즉 유기층 사이에 혼합층을 도입하는 것은 삼중 발광 소자에 적용된다. 이와 같이 얻어진 소자는 높은 휘도 및 높은 발광 효율성을 가질 뿐만 아니라 긴 소자 수명을 가지고 삼중 여기로부터 빛을 발하여, 매우 높은 기능의 발광 소자를 만들게 된다.

삼중 분자 여기자들은 단일 분자 여기자들보다 확산 길이가 더 길므로, 차단 재료의 역할과 유사한 역할을 하는 재료를 필요로 한다(일반적으로, 발광 소자의 분자 여기 보다 더 큰 여기 에너지 레벨을 갖는 재료가 적절하다). 소자 구조를 고려하여, 전자 수송 재료가 그 역할을 취하는 것이 바람직하다.

상술된 본 발명의 유기 발광 소자에 의해 이용되는 제 1 혼합 영역 및 제 2 혼합 영역은 도 19에 도시된 바와 같은 농도 경사도를 가질 수 있다. 이는 농도 경사도가 발광 영역의 양 엣지에서 캐리어에 대해 에너지 장벽을 거의 완전히 제거할 수 있을 것으로 기대되기 때문에 보다 바람직하다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 따른 유기 발광 소자를 제조하는 방법은 도 2a 및 도 2b와 도 3a 내지 도 3d를 참고로 설명된다.

먼저, 양극(anode)(201)은 스퍼터링(sputtering) 또는 증착에 의해 기판(200)상에 형성된다. 양극(201) 위에는 유기 화합물층(1)(202)이 형성된다. 유기 화합물층(1)(202)은 진공 증착에 의해 유기 화합물(1)을 이용하여 형성된다.

다음에는 혼합층(205)이 형성된다. 혼합층(205)은 진공하의 공동 증착(coevaporation)에 의해, 유기 화합물층(1)(202)을 구성하는 재료(유기 화합물(1)) 및 유기 화합물층(2)(203)을 구성하는 재료(유기 화합물(2))를 이용하여 형성된다. 공동 증착은 증착 셀(cell)이 막 형성 동안 동시에 가열되어 다른 재료를 혼합하는 증착 방법이다.

혼합층이 공동 증착에 의해 다수의 유기 화합물을 이용하여 형성될 때, 혼합층에 포함되는 각 유기 화합물의 농도는 제어될 수 있다. 도 2b는 혼합층(205)에 포함된 유기 화합물(1)과 유기 화합물(2)이 농도 경사도(gradient)를 갖는 경우의 예를 도시한다.

도 2b에는 혼합층에서 다수의 유기 화합물의 비율(농도: X) 및 혼합층에서 그 혼합층과 접촉하는 유기 화합물층까지의 거리 사이의 관계가 도시된다. 도 2b에서, 가로축은 혼합층(205)에 포함된 유기 화합물의 농도(X)를 나타내고, 세로축은 혼합층(205)에서 그 혼합층과 접촉하는 유기 화합물층(1)(202) 및 유기 화합물층(2)(203)까지의 거리를 나타낸다.

도 2b에 도시된 혼합층(205)에서, 유기 화합물층(1)(202)을 형성하는데 이용되는 유기 화합물(1)의 농도는 혼합층(205)과 유기 화합물층(1)(202) 사이의 인터페이스 부근에서 거의 100%이다. 이 농도는 유기 화합물층(1)(202)으로부터의 거리가 증가됨에 따라 감소되고, 혼합층(205)과 유기 화합물층(2)(203) 사이의 인터페이스 부근에서는 거의 0%에 미른다. 유기 화합물층(2)(203)을 형성하는데 이용되는 유기 화합물(2)의 농도는 반대 방식으로 동작하여, 유기 화합물층(1)(202)으로부터의 거리가 증가됨에 따라 상승되고, 혼합층(205)과 유기 화합물층(2)(203) 사이의 인터페이스 부근에서는 거의 100%에 미른다.

상술된 바와 같은 혼합층(205)을 구성하는 재료의 농도에 경사도를 도입함으로써, 혼합층(205)은 유기층 사이의 에너지 장벽을 낮출 수 있다. 그러므로, 캐리어의 이동성을 개선하는데 효과적이다.

혼합층(205)위에는 유기 화합물층(2)(203)이 형성된다. 유기 화합물층(2)(203)은 유기 화합물(2)이고, 그 화합물은 진공 하의 증착에 의해 막으로 형성된다.

유기 화합물로 구성된 적층 구조는 상기 단계를 통해 완성된다. 이후에, 음극은 유기 발광 소자를 완성하도록 증착 또는 스퍼터링에 의해 형성된다.

이제는 도 3a 내지 도 3d를 참고로 유기 화합물층(유기 화합물층(1)(202) 및 유기 화합물층(2)(203))과 혼합층이 형성되는 방법에 대해 상세한 설명이 주어진다. 도 3a 내지 도 3d에서는 도 2a 및 도 2b에서의 동일한 구성성분이 똑같은 참고 번호로 설명된다.

도 3a에서, 양극(201)은 기판(200) 상에 형성되고, 유기 화합물층(1)은 유기 화합물(1)로부터 양극(201) 위에 형성된다. 유기 화합물층(1)(202)은 도 3d에 도시된 바와 같이 막 형성 챔버에서 증착에 의해 형성된다. 막 형성 챔버(310)에서, 막이 형성될 기판은 고정 베이스(311)에 놓이고, 증착은 고정되거나 회전되는 동안 기판상에서 실행된다.

도 3d에서, 막 형성 챔버(310)에는 다수의 샘플 챔버가 제공된다. 각 샘플 챔버는 유기 화합물층을 형성하기 위한 유기 화합물을 포함한다. 도 3d에는 2개의 샘플 챔버가 있는 경우가 도시되지만, 샘플 챔버의 수는 3개 이상이 될 수 있다.

도 3d의 샘플 챔버(a)(312)는 유기 화합물(1)(316)을 포함한다. 즉, 샘플 챔버(a)(312)에 제공된 셔터(a)(314)가 개방될 때, 유기 화합물(1)(316)은 유기 화합물층(1)(202)을 형성하는 증착 소스로 동작한다.

다음에는 혼합층(205)이 도 3b에 도시된 바와 같이 형성된다. 혼합층(205)은 샘플 챔버(a)(312)에 포함된 유기 화합물(1)(316) 및 샘플 챔버(b)(313)에 포함된 유기 화합물(2)(317)을 증착 소스로 이용한다. 샘플 챔버(a)(312)에 제공된 셔터(a)(314) 및 샘플 챔버(b)(313)에 제공된 셔터(b)(315)가 개방되고, 증착 소스로 이용되는 유기 화합물(1)(316) 및 유기 화합물(2)(317)은 공동 증착에 의해 막으로 형성된다.

혼합층의 공동 화합물 농도가 상술된 바와 같이 제어되면, 셔터(a)(314) 및 셔터(b)(315)의 오픈은 도

2b에 도시된 혼합층의 농도 경사도를 구하도록 조절된다.

다음에는 샘플 챔버(b)(313)의 셔터(b)(315)가 계속 개방되어 있으면서, 샘플 챔버(a)(312)의 셔터(a)(314)가 닫힌다. 그래서, 증착 소스인 유기 화합물(2)로 유기 화합물층(2)(203)이 형성된다(도 3c).

유기 발광 소자의 유기 화합물층은 다른 기능을 처리하기 위해 홀 주입층, 홀 수송층, 발광층, 홀 차단층, 전자 수송층, 및 전자 주입층과 같은 다수의 유기 화합물층의 적층으로서 형성된다. 혼합층이 유기 화합물층 사이의 인터페이스에 형성되면, 형성되는 혼합층의 위치는 적층 구조가 유기 발광 소자 사이에서 변화되므로 유기 발광 소자의 소자 구조를 설계하는데 중요하다. 이후에는 특정한 소자 구조를 갖는 유기 발광 소자에 대해 상세한 설명이 주어진다.

[실시예 모드 1]

실시예 모드 1은 도 4에 도시된 바와 같이 양극(401)과 음극(402) 사이에 유기 화합물층(403)을 갖는 유기 발광 소자에서 발광층과 유기 혼합층의 인터페이스에 혼합층을 형성하는 경우를 설명한다.

본 실시예 모드에서, 유기 화합물층(403)은 다수의 화합물층의 적층 구조를 갖는다. 특히, 양극으로부터 홀의 주입을 개선하기 위한 홀 주입층(404)이 양극(401)에 형성되고, 주입된 홀의 수송을 개선하기 위한 홀 수송층(405)이 홀 주입층(404)에 형성된다.

혼합층(1)(407)은 홀 수송층(405)을 구성하는 재료와 발광층(406)을 구성하는 재료를 이용하여 공동 증착에 의해 형성된다. 공동 증착은 상술된 방식으로 실행된다. 이때, 혼합층(1)(407)은 농도 경사도를 가질 수 있다.

혼합층(1)(407)을 제공함으로써, 홀 수송층(405)과 발광층(406) 사이의 에너지 장벽이 완화될 수 있다. 그러므로, 더 많은 홀이 홀 수송층(405)으로부터 발광층(406)으로 주입될 수 있다.

발광층(406)은 혼합층(1)(407)에 형성된다. 실시예 모드 1에 도시된 유기 화합물층의 적층 구조의 경우, 발광층을 형성하는 유기 화합물은 바람직하게 홀 수송층(405)을 형성하는 재료 및 전자 수송층(408)을 형성하는 재료 보다 각각 여기 에너지가 더 낮다. 이는 발광층으로의 캐리어 주입이 발광층과 유기 화합물층 사이의 인터페이스에 혼합층을 제공함으로써 개선되었기 때문이고, 그 결과로 캐리어는 발광층을 쉽게 통과한다. 발광층에 대해 낮은 여기 에너지를 갖는 유기 화합물을 이용하는 것에 부가하여, 낮은 여기 에너지의 도펀트가 이용될 수 있다.

발광층(406)에는 발광층(406)을 형성하기 위한 재료와 전자 수송층(408)을 형성하기 위한 재료를 이용하여 공동 증착에 의해 혼합층(2)(409)이 형성된다. 혼합층(2)(409)이 혼합층(1)(407)과 유사하게 농도 경사도를 갖는 것이 바람직하다.

혼합층(2)(409)에는 전자 수송층이 증착에 의해 형성되고, 이어서 음극(402)이 증착 또는 스퍼터링에 의해 형성되어 유기 발광 소자를 완성한다.

상기에 도시된 유기 발광 소자는 유기 화합물층들의 인터페이스(특히, 발광층과 홀 주입층 사이의 인터페이스 및 발광층과 전자 수송층 사이의 인터페이스)에 발광층이 제공된 구조를 갖는다. 이 구조로 유기 발광 소자를 제공함으로써, 홀 수송층에서 발광층으로의 홀 주입 및 전자 주입층에서 발광층으로의 전자 주입이 개선되어 발광층에서 캐리어의 재결합을 개선한다.

[실시예 모드 2]

실시예 모드 2는 실시예 모드 1에 도시된 것과 다른 소자 구조를 갖는 유기 발광 소자를 제조하는 경우에 대한 설명을 제공한다.

실시예 모드 2에 제공된 설명은 유기 발광 소자가 삼중 발광 소자일 때 적층 구조로 유기 화합물층의 인터페이스에 혼합층이 형성된 경우이다.

실시예 모드 2에서, 다수의 유기 화합물층을 갖는 적층 유기 화합물층(503)은 도 5에 도시된 바와 같이 양극(501)과 음극(502) 사이에 형성된다. 특히, 양극(501)으로부터 홀의 주입을 개선하기 위한 홀 주입층(504)은 양극(501)위에 형성되고, 주입된 홀의 수송을 개선하기 위한 홀 수송층(505)은 홀 주입층(504)위에 형성된다.

혼합층(1)(507)은 홀 수송층(505)을 구성하는 재료와 발광층(506)을 구성하는 재료를 이용하여 공동 증착에 의해 형성된다. 공동 증착은 상술된 방식으로 실행된다. 이때, 혼합층(1)(507)은 농도 경사도를 가질 수 있다.

혼합층(1)(507)을 제공함으로써, 홀 수송층(505)과 발광층(506) 사이의 에너지 장벽이 완화될 수 있다. 그러므로, 더 많은 홀들이 홀 수송층(505)에서 발광층(506)으로 주입될 수 있다.

발광층(506)은 혼합층(1)(507) 위에 형성된다. 실시예 모드 2에 도시된 유기 화합물층의 적층 구조의 경우, 발광층을 형성하는 유기 화합물은 삼중 여기에서 기저 상태로 복귀할 때 방전되는 에너지를 이용함으로써 빛을 방출하는 재료로부터 형성된다. 그러므로, 발광층은 호스트 재료와, 그 호스트 재료 보다 여기 에너지가 낮은 삼중 발광 재료(도펀트)의 공동 증착에 의해 형성된다.

발광층(506)에는 홀 차단층(508)이 형성된다. 홀 차단층(508)은 홀 수송층(505)에서 발광층(506)으로 주입된 홀들이 발광층을 통과하는 것을 방지하고, 발광층(506)에서 전자 및 홀들의 재결합 결과로 발생된 분자 여기자가 발광층(506)으로부터 확산되는 것을 방지하는 기능을 갖는다.

홀 차단층(508)에는 혼합층(2)(510)이 차단층(508)을 형성하는 재료 및 전자 수송층(509)을 형성하는 재료를 이용하여 공동 증착에 의해 형성된다. 혼합층(2)(510)은 혼합층(1)(507)과 유사한 농도 경사도를 갖는 것이 바람직하다.

혼합층(2)(510)에는 전자 수송층(509)이 증착에 의해 형성되고, 음극(502)이 증착 또는 스퍼터링에 의해

형성되어, 유기 발광 소자를 완성한다.

상기에 도시된 유기 발광 소자는 혼합층이 유기 화합물층의 인터페이스(특히, 발광층(506)과 홀 수송층(505) 사이의 인터페이스 및 홀 차단층(508)과 전자 수송층(509) 사이의 인터페이스)에 제공되는 구조를 갖는다. 이러한 구조의 유기 발광 소자를 제공함으로써, 홀 수송층(505)에서 발광층(506)으로의 홀 주입 및 전자 수송층(509)에서 홀 차단층(508)으로의 전자 주입이 개선되어, 발광층에서 캐리어의 재결합을 증진시킨다.

실시에 모드 2에 도시된 구조를 갖는 유기 발광 소자는 삼중 발광 재료가 발광층에 이용되는 경우에 적절하다. 그러나, 그에 제한될 필요는 없고, 단일 여기 에너지를 이용하여 빛을 방출하는 유기 화합물이 이용될 때도 이용될 수 있다. 적절한 삼중 발광 재료는 참고 7에서 소개된 중앙 금속인 플러티늄과의 금속 복합체, 참고 8에서 소개된 중앙 금속인 이리듐과의 금속 복합체 등이다.

[실시에 모드 3]

실시에 모드 3은 실시에 모드 1 또는 실시에 모드 2에 도시된 것과 다른 소자 구조를 갖는 유기 발광 소자를 제조하는 경우에 도 6을 참고로 설명된다.

실시에 모드 3에 주어진 설명은 유기 발광 소자가 양극(601) 및 음극(602) 사이에 유기 화합물층(603)을 갖고, 혼합층이 유기 화합물층에서 주입층과 수송층 사이의 인터페이스에 형성되는 경우이다.

실시에 모드 3에서, 유기 화합물층(603)은 다수의 유기 화합물층이 적층된 구조를 갖는다. 특히, 양극(601)으로부터 홀의 주입을 개선하기 위한 홀 주입층(604)이 양극(601) 위에 형성된다.

본 실시에 모드에서, 혼합층(1)(606)은 홀 주입층(604)을 구성하는 재료와 홀 수송층(605)을 구성하는 재료를 이용하여 공중 증착에 의해 형성된다. 홀 수송층(605)은 복합층(1)(606)에 형성된다.

혼합층(1)(606)을 제공함으로써, 홀 주입층(604)과 홀 수송층(605) 사이의 에너지 장벽이 낮아질 수 있다. 그러므로, 더 많은 홀이 홀 수송층(605)으로부터 발광층(607)에 주입될 수 있다. 이때, 혼합층(1)(606)은 농도 경사도를 가질 수 있다.

발광층(607)은 홀 수송층(605)에 형성된다. 또한, 전자 수송층(608)은 발광층(607)상에 형성된다.

혼합층(2)(610)은 전자 수송층(608)을 형성하는 재료와 전자 주입층(609)을 형성하는 재료를 이용하여 공중 증착에 의해 형성된다. 혼합층(2)(610)은 혼합층(1)(606)과 유사한 농도 경사도를 갖는 것이 바람직하다. 전자 주입층(609)은 혼합층(2)(610)상에서 형성된다.

전자 수송층(609)이 증착에 의해 형성된 이후에, 음극(602)이 증착 또는 스퍼터링에 의해 형성되어 유기 발광 소자를 완성한다.

상기에 도시된 유기 발광 소자는 혼합층이 주입층과 수송층 사이의 인터페이스(특히, 홀 주입층과 홀 수송층 사이의 인터페이스 및 전자 수송층 및 전자 주입층 사이의 인터페이스)에 제공된다. 이러한 구조의 유기 발광 소자를 제공함으로써, 유기 화합물층에서 주입된 캐리어의 이동성이 개선되면서, 혼합층은 인터페이스를 실질적으로 감소시켜 에너지 장벽을 낮춘다. 그러므로, 상기 구조는 캐리어 재결합이 증진된다는 점에서 유리하다.

이후에는 본 발명을 실행할 때 요구되는 모드가 더 설명된다. 유기 발광 소자에서, 음극 및 양극 중 적어도 하나는 외부로 빛을 추출하기 위해 투명하다. 본 실시에 모드의 소자 구조에 따라, 기판에는 외부로부터 빛을 방출하는 투명 양극이 형성된다. 그러나, 본 발명은 또한 음극으로부터 빛을 방출하는 구조 및 기판의 반대측으로부터 빛을 방출하는 구조를 채택할 수 있다.

본 발명을 실행함으로써, 유기 발광 소자를 제조하는 처리는 불순물층의 형성을 방지하는데 중요해진다. 그러므로, 먼저 본 발명에 따라 유기 발광 디바이스를 제조하는 방법이 설명된다.

도 23a는 증착 장치의 상면도이다. 그 장치는 하나의 진공 챔크(1110)가 증착 챔버로 설정되고 다수의 증착 소스가 진공 챔크에 제공된 단일 챔버형이다. 다수의 증착 소스에는 각각 홀 주입 재료, 홀 수송 재료, 전자 수송 재료, 전자 주입 재료, 차단 재료, 발광 재료, 및 음극을 형성하는 재료를 포함하여 다른 기능을 갖는 재료가 저장된다.

본 증착 챔버를 갖는 증착 장치에서, 양극(ITO 등으로 형성된)을 포함한 기판이 로딩 챔버로 전해진다. 양극이 ITO와 같은 산화물이면, 예비처리 챔버에서는 산화 처리가 실행된다(비록 도 23a에는 도시되지 않았지만, 장치에는 양극 표면을 청소하기 위한 자외선 방사 챔버가 제공될 수 있다). 유기 발광 소자를 형성하는 모든 재료에는 진공 챔크(1110)에서 증착이 행해진다. 음극은 진공 챔크(1110)에서 형성될 수 있고, 그 대신에 분리된 증착 챔버에서 형성되어도 좋다. 간략하게, 음극을 형성하기 이전의 홀이 증착에 의해 단일 진공 챔크(1110)에서 형성되면 충분하다. 마지막으로, 밀봉 챔버에서 밀봉이 행해지고, 기판이 언로딩 챔버에서 꺼내지면, 유기 발광 소자가 얻어진다.

이와 같이, 단일 챔버형 증착 장치를 이용하여 본 발명에 따라 유기 발광 소자를 제조하는 처리 과정이 도 23b를 참고로 설명된다(진공 챔크(1110)의 단면). 도 23b에는 가장 간단한 예로 3개의 증착 소스(유기 화합물 증착 소스 a(11116), 유기 화합물 증착 소스 b(11117), 및 유기 화합물 증착 소스 c(11118))를 갖는 진공 챔버(11110)를 이용하여 홀 수송 재료(11121), 전자 수송 재료(11122), 및 발광 재료(11123)를 포함하는 유기 화합물막을 형성하는 처리가 도시된다.

먼저, 양극(11102)을 갖는 기판(11101)이 진공 챔크(11110)로 주입되고 고정 베이스(11111)에 의해 고정된다(일반적으로, 증착하는 동안 기판이 회전된다). 다음에는 진공 챔크(11110)의 압력이 감소되고(바람직하게는 10^{-4} 미하), 이어서 콘데이너 a(11112)가 가열되어 홀 수송 물질(11121)을 증착시킨다. 소정의 증착 속도(단위: Å/세)에 따르면, 셔터(11114)가 개방되어 증착에 의해 증착이 시작된다.

홀 수송 영역(11103)이 소정의 두께에 이른 이후에, 발광 재료(11123)의 증착이 시작되고, 홀 수송 재료

(11121)는 증착되게 유지되어 제 1 혼합 영역(11105)(도 23b에 도시된 상태에 대응하는)을 형성한다. 제 1 혼합 영역(11105)이 농도 경사도를 가져야 하면, 셔터 a(11114)는 점차적으로 닫혀 홀 수송 재료의 증착 속도를 감소시킨다.

이어서, 셔터 a(11114)가 완전히 닫혀 홀 수송 재료의 증착을 종료하고 발광 재료(11123)로 구성된 발광 영역을 형성한다. 이때, 콘테이너 b(11113)는 셔터 b(11115)가 닫혀 가열된다.

발광 영역이 소정의 두께에 이른 이후에, 셔터 b(11115)는 개방되고, 전자 수송 재료(11122)의 증착이 시작되어 제 2 혼합 영역을 형성하기 시작한다. 제 2 혼합 영역이 농도 경사도를 가져야 하면, 발광 재료(11123)의 증착 속도가 점차적으로 감소된다.

마지막으로, 발광 재료(11123)의 증착이 종료되고, 전자 수송 재료(11122)로 구성된 전자 수송 영역이 형성된다. 상기 동작은 아무런 간격 없이 연속적으로 행해지므로, 어떠한 영역에도 불순물층이 형성되지 않는다.

‘발광이 이루어져야 하는 기술적 과제’ 부분에서 설명된 모든 유기 발광 소자는 본 방법의 응용에 의해 제조될 수 있다. 예를 들어, 호스트 재료에 관련된 게스트로 발광 재료를 포함하는 도 22와 같은 소자를 제조할 때, 호스트 재료의 증착을 위한 증착 소스는 도 23g의 구성성분에 추가된다. 호스트 재료는 혼합 영역을 형성하고 발광 영역을 형성할 때 이용되는 반면, 발광 재료는 소량 증착되어 호스트 재료의 증착 동안(엄격하게, 발광 영역의 형성 동안) 호스트 재료를 도핑시킨다.

홀 주입 영역 또는 전자 주입 영역이 형성된 경우, 주입 재료에 대한 증착 소스는 똑같은 진공 챔브(11110)에 설정된다. 예를 들어, 홀 주입 영역이 도 23b에서 양극(11102)과 홀 수송 영역(11105) 사이의 증착에 의해 형성되면, 홀 수송 재료(11121)는 홀 주입 재료가 증착에 의해 양극(11102)에 증착된 직후에 증착된다. 그래서, 불순물층의 형성이 방지된다.

이후에는 홀 주입 재료, 홀 수송 재료, 전자 수송 재료, 전자 주입 재료, 및 발광 재료로 바람직한 재료가 리스트된다. 그러나, 본 발명의 유기 발광 소자에 이용가능한 재료는 그에 제한되지 않는다.

효과적인 홀 주입 재료로는, 유기 재료의 정공내에서, 포르피린(porphyrin)-기반의 화합물이 있고, HbPc(phthalocyanine) 및 CuPc(copper phthalocyanine)도 또한 이용된다. 폴리머 중에서는 PVK(polyvinyl carbazole)가 효과적이고, 복합 시스템 도전성 폴리머에 화학적 도핑을 실행함으로써 구해지는 상기 재료도 또한 효과적이다. 이들 폴리머의 예로는 PSS(polystyrene sulfonic acid)로 도핑된 PEDOT(polyethylene dioxythiophene), 폴리아닐린(polyaniline), 또는 요오드나 다른 루이스산(Lewis acid)으로 도핑된 폴리피롤(polypyrrole)이 포함된다. 양극의 분극화에 대해, 절연체인 폴리머도 또한 효과적이고, 때로 PI(polyimide)가 이용된다. 효과적인 재료는 비유기 화합물에서도 발견되고, 그 예로는 금, 백금, 또는 다른 금속의 박막과 산화알루미늄(알루미나(alumina)라 칭하며지는)의 매우 얇은 막도 포함된다.

홀 주입 재료로 가장 널리 이용되는 재료는 방향성 아민-기반(amine-based)(즉, 벤젠 고리-질소 결합을 포함하는) 화합물이다. 이들 중에서 특히 널리 이용되는 것은: 4,4'-bis(diphenylamino)-biphenyl(이하, TAD); 그 유도체, 즉 4,4'-bis[N-(3-methylphenyl)-N-phenyl-amino]-biphenyl(이하, TPD); 및 4,4'-bis-[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino]-biphenyl(이하, α -NPD)이다. 또한, 다음을 포함하는 스타 버스트(star burst) 방향성 아민 화합물도 이용된다: 4,4',4'-tris(N,N-diphenyl-amino)-triphenyl amine(이하, TDATA); 및 4,4',4'-tris [N-(3-methylphenyl)-N-phenyl-amino]-triphenyl amine(이하, MTDATA).

전자 수송 재료로는 때로 금속 복합체가 이용된다. 그 예로는: 상술된 Alq, tris(4-methyl-8-quinolinolate) aluminum(이하, Almq), 및 bis(10-hydroxybenzo [h]-quinolinolate) beryllium(이하, BeBq)와 같은 퀴놀린(quinoline) 골격 또는 벤조퀴놀린(benzquinoline) 골격을 갖는 금속 복합체; 및 혼합 리간드(ligand) 복합체인 bis(2-methyl-8-quinolinolate)-(4-hydroxy-biphenyl)-aluminum(이하, BAlq)가 포함된다. 그 예로는 또한 bis [2-(2-hydroxyphenyl)-benzoxazololate] zinc(이하, Zn(BOX)); 및 bis [2-(2-hydroxyphenyl)-benzothiazololate] zinc(이하, Zn(BTZ));와 같은 옥사졸-기반(oxazole-based) 및 티아졸-기반(thiazole-based) 리간드를 갖는 금속 복합체가 포함된다. 금속 복합체 보다 전자를 수송할 수 있는 다른 재료들은: 2-(4-biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole(이하, PBO) 및 1,3-bis [5-(p-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole-2-yl] benzene(이하, OXD-7)과 같은 옥사디아졸 유도체; 5-(4-biphenyl)-3-(4-tert-butylphenyl)-4-phenyl-1,2,4-triazole(이하, TAZ) 및 5-(4-biphenyl)-3-(4-tert-butylphenyl)-4-(4-ethylphenyl)-1,2,4-triazole(이하, p-EtTAZ)와 같은 트리아졸 유도체; 및 bathophenanthroline(이하, BPhen) 및 bathocuproin(이하, BCP)와 같은 페난트롤린 유도체(phenanthroline derivatives)이다.

상기에 주어진 전자 수송 재료는 전자 주입 재료로 이용될 수 있다. 이들 이외에, 불화리튬과 같은 알칼리 금속 할로겐화물 및 산화리튬과 같은 알칼리 금속 산화물을 포함하는 매우 얇은 막의 절연체가 때로 이용된다. lithium acetyl acetonate(이하, Li(acac)) 및 8-quinolinolate-lithium(이하, Liq)과 같은 알칼리 금속 복합체도 또한 효과적이다.

Alq, BeBq, BAlq, Zn(BOX), 및 Zn(BTZ)를 포함하는 상술된 금속 복합체에 추가하여, 발광 재료로 효과적인 재료는 다양한 형광 염료이다. 형광 염료의 예로는 청색인 4,4'-bis(2,2-diphenyl-vinyl)-biphenyl(이하, DPVBi) 및 붉은 오렌지색인 4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran(이하, DCM) 이 포함된다. 삼중 발광 재료가 또한 이용될 수 있고, 그의 주류는 백금 또는 이리듐을 중앙 금속으로 갖는 복합체이다. 공지된 삼중 발광 재료로는 tris(2-phenylpyridine) iridium(이하, Ir(ppy)₃) 및 2,3,7,8,12,13,17,18-octaethyl-21H, 23H-porphyrin-platinum(이하, PtOEP)가 포함된다.

각 기능들의 상기 재료는 조합되어 본 발명의 유기 발광 소자를 구성하고, 그에 의해 종래의 것들 보다 구동 전압이 더 낮고 수명이 더 긴 유기 발광 소자가 제조될 수 있다.

[실시예 1]

본 실시예는 실시예 모드 1에 도시된 구조를 갖는 유기 발광 소자를 형성하는 경우를 설명한다. 본 실시예의 설명은 도 4를 참고로 주어진다.

ITO막 또는 산화 인듐과 ZnO의 2 내지 20%를 혼합하여 얻어진 투명 도전막이 유기 발광 소자의 구성성분인 양극(401)으로 이용된다. 본 실시예에서, 양극(401)의 두께는 바람직하게 80 내지 200 nm이다.

양극(401)에는 홀 주입층(404)이 형성된다. 홀 주입층(404)으로는 CuPc(copper phthalocyanine) 또는 H₂PC(nonmetal phthalocyanine)와 같은 프탈로시아닌-기반(phthalocyanine-based) 재료가 이용된다. 본 실시예에서, 홀 주입층(404)은 CuPc로부터 형성된다. 홀 주입층(404)의 두께는 바람직하게 10 내지 30 nm이다.

홀 주입층(404)이 형성된 이후에는 홀 수송층(405)이 형성된다. 본 실시예의 홀 수송층(405)으로는 4,4'-bis-[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino]-biphenyl(α -NPD), 1,1-bis [4-bis(4-methyl phenyl)-amino-phenyl] cyclohexane(TPAC), 또는 4,4',4'-tris [N-(3-methylphenyl)-N-phenyl-amino]-triphenylamine(MTDATA)과 같은 방향성 아민-기반 재료가 이용될 수 있다. 본 실시예에서, 홀 수송층(405)은 α -NPD로부터 형성되고 30 내지 60 nm의 두께를 갖는다.

다음에는 혼합층(1)(407)이 형성된다. 혼합층(1)(407)은 홀 수송층(405)을 형성하는데 이용되는 α -NPD 및 발광층(406)을 형성하는데 이용되는 Alq₃로 공동 증착에 의해 형성된다. 혼합층(1)(407)의 두께는 바람직하게 1 내지 10 nm이다.

다음에는 발광층(406)이 형성된다. 발광층(406)은 증착에 의해 Alq₃로부터 형성된다. 발광층(406)의 두께는 바람직하게 30 내지 60 nm이다.

본 실시예에서 유기 발광 소자의 구조에 따라, 발광층은 홀 수송층(405)의 재료 및 전자 수송층(408)의 재료 보다 더 낮은 여기 에너지를 갖는 재료로부터 형성되어야 한다. 다른 방법으로, 발광층의 재료는 낮은 여기 에너지를 갖는 도펀트로 도핑되어야 한다.

본 실시예의 발광층(406)을 형성하는 재료로는 Alq₃에 부가하여 페닐 그룹을 Alq₃로 도입하여 얻어진 Alpq₃도 적절하다. 발광층에 도핑하는데 이용되는 도펀트로는 perylene, rubrene, coumarin, 4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran(DCM), 및 quinacrydon을 포함하는 공지된 재료가 이용될 수 있다.

다음에는 혼합층(2)(409)이 형성된다. 혼합층(2)(409)은 발광층(406)을 형성하는데 이용되는 Alq₃ 또는 Alpq₃ 및 전자 수송층(408)을 형성하는데 이용되는 재료로 공동 증착에 의해 형성된다. 혼합층(2)(409)의 두께는 바람직하게 1 내지 10 nm이다.

다음에는 전자 수송층(408)이 형성된다. 여기서는 1,3,4-oxadiazole 유도체, 1,2,4-triazole 유도체 등이 이용될 수 있다. 특히, 전자 수송층으로 이용될 수 있는 재료로는: 2-(4-biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole(PBD); 2,5-(1,1'-dinaphthyl)-1,3,4-oxadiazole(BND); 1,3-bis [5-(p-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole-2-yl] benzene(ODD-7); 및 3-(4-tert-butylphenyl)-4-phenyl-5-(4-biphenyl)-1,2,4-triazole(TAZ)가 포함된다. 전자 수송층(408)의 두께는 바람직하게 30 내지 60 nm이다.

상기 막들이 모두 형성된 이후에, 유기 발광 소자의 음극은 증착에 의해 형성된다. 본 실시예에서, MgAg는 유기 발광 소자의 음극을 구성하는 도전막으로 이용된다. 그러나, Al 막 또는 Yb 막 뿐만 아니라 Al:Li 막(알루미늄과 리튬의 합금막) 또는 주기율표에서 그룹 1 또는 2에 속하는 원소 및 알루미늄의 공동 증착에 의해 얻어진 막도 이용될 수 있다.

[실시예 2]

본 실시예는 실시예 모드 2에 도시된 구조를 갖는 유기 발광 소자를 형성하는 경우를 설명한다. 본 실시예의 설명은 도 5를 참고로 주어진다.

ITO 막 또는 산화 인듐과 ZnO의 2 내지 20%를 혼합하여 얻어진 투명 도전막이 유기 발광 소자의 구성성분인 양극(501)으로 이용된다. 본 실시예에서, 양극(501)의 두께는 바람직하게 80 내지 200 nm이다.

양극(501) 위에는 홀 주입층(504)이 형성된다. 홀 주입층(504)으로는 CuPC(copper phthalocyanine) 또는 H₂PC(non metal phthalocyanine)와 같은 프탈로시아닌-기반 재료가 이용된다. 본 실시예에서는 홀 주입층(504)이 CuPc로부터 형성된다. 홀 주입층(504)의 두께는 바람직하게 10 내지 30 nm이다.

홀 주입층(504)이 형성된 이후에는 홀 수송층(505)이 형성된다. 본 실시예의 홀 수송층으로는 α -NPD, TPAC, 또는 MTDATA와 같은 방향성 아민-기반 재료가 이용될 수 있다. 본 실시예에서, 홀 수송층(505)은 MTDATA 및 α -NPD를 적층하여 형성되고 30 내지 60 nm의 두께를 갖는다. MTDATA 막(하단층)은 10 내지 20 nm의 두께를 갖도록 홀 수송층(505) 위에 형성되고, 그 위에는 5 내지 20 nm의 두께를 갖도록 α -NPD막(상단층)이 형성된다.

다음에는 혼합층(1)(507)이 형성된다. 혼합층(1)(507)은 공동 증착에 의해 홀 수송층(505)의 상단층을 형성하는데 이용되는 α -NPD 및 발광층(506)을 형성하는데 이용되는 4,4'-N,N'-dicarbazole-biphenyl(CBP) 및 tris(2-phenylpyridine) iridium(Ir(ppy)₃)로부터 형성된다. 혼합층(1)(507)의 두께는 바람직하게는 1 내지 10 nm이다.

다음에는 발광층(506)이 형성된다. 발광층(506)은 도펀트인 CBP 및 호스트 재료인 이리듐 복합체(Ir(ppy)₃)로 공동 증착에 의해 형성된다. 호스트 재료는 이리듐 복합체 대신에 백금 복합체가 될 수 있

다. 발광층(506)의 두께는 바람직하게 10 내지 30 nm이다.

발광층(506) 위에는 홀 차단층(508)이 형성된다. 본 실시예에서, 홀 차단층(508)은 10 내지 30 nm의 두께를 갖도록 BCP로부터 형성된다.

다음에는 혼합층(2)(510)이 형성된다. 혼합층(2)(510)은 공동 증착에 의해 홀 차단층(506)을 형성하는데 이용되는 BCP 및 전자 수송층(509)을 형성하는데 이용되는 Alq_3 로부터 형성된다. 혼합층(2)(510)의 두께는 바람직하게 1 내지 10 nm이다.

다음에는 전자 수송층(509)이 형성된다. 여기서는 Alq_3 , $Alpq_3$ 등이 이용될 수 있다. 본 실시예에서는 전자 수송층(509)이 30 내지 60 nm의 두께를 갖도록 Alq_3 로부터 형성된다.

상기의 막들이 모두 형성된 이후에는 유기 발광 소자의 음극(502)이 증착에 의해 형성된다. 본 실시예에서, $MgAg$ 는 유기 발광 소자의 음극(502)을 구성하는 도전막으로 이용된다. 그러나, Al 막 또는 Yb 막 뿐만 아니라 $Al-Li$ 합금막(알루미늄과 리튬의 합금막) 또는 주기율표에서 그룹 1 또는 2에 속하는 원소와 알루미늄의 공동 증착에 의해 얻어진 막도 이용될 수 있다. 본 실시예에서, 음극(502)은 100 내지 500 nm의 두께를 갖는다.

본 실시예에 따른 소자 구조의 경우, 특히 발광층으로 삼중 발광 재료를 이용하는 것이 바람직하다.

[실시예 3]

본 실시예는 실시예 모드 3에 도시된 구조를 갖는 유기 발광 소자를 형성하는 경우를 설명한다. 본 실시예의 설명은 도 6을 참고로 주어진다.

ITO 막 또는 ZnO 의 2 내지 20%를 산화인듐과 혼합하여 얻어진 투명 도전막이 유기 발광 소자의 양극(601)으로 이용된다. 본 실시예에서, 양극(601)의 두께는 바람직하게 80 내지 200 nm이다.

양극(601) 위에는 홀 주입층(604)이 형성된다. 홀 주입층(604)으로는 $CuPC$ 또는 H_2Pc 와 같은 프탈로시아닌-기반 재료가 이용된다. 본 실시예에서는 홀 주입층(604)이 $CuPC$ 로부터 형성된다. 홀 주입층(604)의 두께는 바람직하게 10 내지 30 nm이다.

다음에는 혼합층(1)(606)이 형성된다. 혼합층(1)(606)은 공동 증착에 의해 홀 주입층(604)을 형성하는데 이용되는 $CuPC$ 및 홀 수송층(605)을 형성하는데 이용되는 $\alpha-NPD$ 로부터 형성된다. 혼합층(1)(606)의 두께는 바람직하게 1 내지 10 nm이다.

혼합층(1)(606)이 형성된 이후에는 홀 수송층(605)이 형성된다. 본 실시예의 홀 수송층(605)으로는 $\alpha-NPD$, $TPAC$, 또는 $MTDATA$ 와 같은 방향성 아민-기반 재료가 이용될 수 있다. 본 실시예에서, 홀 수송층(605)은 30 내지 60 nm의 두께를 갖도록 $\alpha-NPD$ 로부터 형성된다.

다음에는 발광층(607)이 형성된다. 발광층(607)은 증착에 의해 Alq_3 로부터 형성된다. 여기서, 발광층(607)의 두께는 30 내지 60 nm이다.

다음에는 전자 수송층(608)이 형성된다. 여기서는 1,3,4-oxadiazole 유도체를, 1,2,4-triazole 유도체들 등이 이용될 수 있다. 특히, 전자 수송층으로 이용될 수 있는 재료로는 PBO, BND, OXD-7, 및 TAZ가 포함된다. 전자 수송층(608)의 두께는 30 내지 60 nm이다.

다음에는 혼합층(2)(610)이 형성된다. 혼합층(2)(610)은 공동 증착에 의해 전자 수송층(608)을 형성하는데 이용되는 TAZ 및 전자 주입층(609)을 형성하는데 이용되는 재료로부터 형성된다. 혼합층(2)(610)의 두께는 바람직하게 1 내지 10 nm이다.

전자 주입층(609)은 혼합층(2)(610) 위에 형성된다. 여기서는 Alq_3 , $Alpq_3$ 등이 이용될 수 있다. 본 실시예에서는 전자 주입층(609)이 30 내지 60 nm의 두께이다.

상기의 막들이 모두 형성된 이후에는 유기 발광 소자의 음극이 증착에 의해 형성된다. 본 실시예에서, $MgAg$ 는 유기 발광 소자의 음극을 구성하는 도전막으로 이용된다. 그러나, Al 막 또는 Yb 막 뿐만 아니라 $Al-Li$ 합금막(알루미늄과 리튬의 합금막) 또는 주기율표에서 그룹 1 또는 2에 속하는 원소와 알루미늄의 공동 증착에 의해 얻어진 막도 이용될 수 있다.

[실시예 4]

다음에는 본 발명의 유기 발광 소자를 갖는 화소부의 TFT 및 화소부 주변에 제공되는 구동 회로의 TFT(n-채널 TFT 및 p-채널 TFT)를 똑같은 기판에 동시에 제조하는 방법의 예가 설명된다. 그 설명은 도 7a 내지 도 7c를 참고로 주어진다.

먼저, 본 실시예는 바륨 보로실리케이트 유리(barium borosilicate glass), 통상적으로 Corning#7059 유리 및 #1737 유리(Corning사의 제품들) 또는 알루미늄 보로실리케이트 유리(alumino borosilicate glass)로 구성된 기판(900)을 이용한다. 기판(900)의 재료에는 빛이 투과될 수 있는 한 제한되지 않고, 수정 기판이 이용될 수 있다. 본 실시예의 처리 온도를 견딜 수 있으면, 플라스틱 기판이 또한 이용될 수 있다.

다음에는 도 7a에 도시된 바와 같이, 기저막(901)이 산화실리콘막, 질화실리콘막, 및 질산화실리콘막과 같은 절연막으로 기판(900)상에 형성된다. 본 실시예에서, 기저막(901)은 2-층 구조를 갖지만, 단일층 또는 상기 절연막의 적층이 될 수 있다. 기저막(901)의 제 1 층은 10 내지 200 nm(바람직하게 50 내지 100 nm)의 두께를 갖도록 반응 기체 SiH_4 , NH_3 , 및 N_2O 를 이용하여 플라스마 CVD에 의해 형성된 질산화실리콘막(901a)이다. 본 실시예에서, 질산화실리콘막(silicon oxynitride film)(901a)(합성 비율: $Si = 32\%$, $O = 27\%$, $N = 24\%$, $H = 17\%$)은 50 nm의 두께이다. 기저막(901)의 제 2 층은 50 내지 200 nm(바람직하게 100 내지 150 nm)의 두께를 갖도록 반응 기체 SiH_4 및 N_2O 를 이용하여 플라스마 CVD에 의해 형성된

질산화실리콘막(901b)이다. 본 실시예에서, 질산화실리콘막(901b)(합성 비율: Si = 32%, O = 59%, N = 7%, H = 2%)은 100 nm의 두께이다.

기저막(901) 위에는 반도체층(902 내지 905)이 형성된다. 반도체층(902 내지 905)은 공지된 방법(스퍼터링, LPCVD, 또는 플라스마 CVD)을 통해 비정질 구조의 반도체막을 형성하고 그 비정질막에 공지된 결정화 처리(레이저 결정화, 열적 결정화, 또는 니켈이나 다른 촉매를 이용한 열적 결정화)를 행함으로써 얻어진 결정 반도체막을 원하는 형태로 패터닝하여 형성된다. 반도체층(902 내지 905)은 각각 25 내지 80 nm(바람직하게 30 내지 60 nm)의 두께이다. 비록 결정질 반도체막의 재료가 제한되지 않지만, 실리콘, 실리콘 게르마늄(Si_{1-x}Ge_x, (X = 0.0001 내지 0.02)) 합금 등이 바람직하다. 본 실시예에서는 55 nm 두께의 비정질 실리콘막이 플라스마 CVD에 의해 형성되고, 니켈을 포함하는 용액이 비정질 실리콘막의 상단면에 유지된다. 비정질 실리콘막은 건조되고(500°C에서 한 시간 동안), 이어서 열적 결정화가 행해지고(550°C에서 4 시간), 결정성을 개선하기 위한 레이저 어닐링(annealing) 처리가 행해져 결정질 실리콘막을 구한다. 결정질 실리콘막은 포토리소그래피(photo lithography)에 의해 패터닝 처리를 수신하여, 반도체층(902 내지 905)을 형성한다.

반도체층(902 내지 905)이 형성된 이후에, 반도체층(902 내지 905)은 TFT의 임계값을 제어하기 위해 적은 양의 불순물 원소(붕소 또는 인)로 도핑될 수 있다.

결정질 반도체막을 형성하는데 레이저 결정화가 이용되면, 펄스 발전형 또는 연속파형 엑사이머(excimer) 레이저, YAG 레이저, 또는 YVO₄ 레이저가 이용될 수 있다. 이들 레이저를 이용할 때, 반도체막에 조사하기 이전에 레이저 발전기로부터 방출된 레이저광을 선형방으로 수집하는데 광학 시스템을 이용하는 것이 적절하다. 비록 결정화 조건이 작동자에 의해 적절하게 선택될 수 있지만, 바람직한 조건은 다음과 같다. 엑사이머 레이저가 이용될 때, 펄스 발전 주파수는 300 Hz로 설정되고, 레이저 에너지 밀도는 100 내지 400 mJ/cm²(통상적으로, 200 내지 300 mJ/cm²)로 설정된다. YAG 레이저가 이용될 때는 제 2 조화파(harmonic)가 이용되며, 펄스 발전 주파수가 30 내지 300 Hz로 설정되고, 레이저 에너지 밀도가 300 내지 600 mJ/cm²(통상적으로, 350 내지 500 mJ/cm²)로 설정된다. 선형으로 수집된 레이저광은 100 내지 1000 μ m의 폭, 예를 들면 400 μ m의 폭이고, 기판의 전체 표면에 빛이 조사된다. 조사하는 동안 선형 레이저 광의 오버랩 비율은 50 내지 90%로 설정된다.

다음에는 게이트 절연막(906)이 반도체층(902 내지 905)을 덮도록 형성된다. 게이트 절연막(906)은 실리콘을 포함하는 절연막으로, 40 내지 150 nm의 두께를 갖도록 플라스마 CVD 또는 스퍼터링에 의해 형성된다. 본 실시예에서는 110 nm 두께의 질산화실리콘막(합성 비율: Si = 32%, O = 59%, N = 7%, H = 2%)이 플라스마 CVD에 의해 형성된다. 게이트 절연막은 물론 질산화실리콘막에 제한되지 않고, 단일층 또는 실리콘을 포함하는 다른 절연막의 적용이 될 수 있다.

산화실리콘막이 이용될 때, TEOS(tetraethyl orthosilicate) 및 O₂의 혼합물을 이용하여 전기 방전이 이루어지고 반응 압력을 40 Pa로 설정하고, 기판 온도를 300 내지 400°C로 설정하고, 또한 고주파수(13.56 MHz) 전력 밀도를 0.5 내지 0.8 W/cm²으로 설정하는 플라스마 CVD가 이용된다. 그와 같이 형성된 산화실리콘막은 400 내지 500 °C에서 나머지는 열적 어닐링을 수신하는 경우 게이트 절연막으로 뛰어난 특성을 제공할 수 있다.

게이트 절연막(906) 위에는 게이트 전극을 형성하기 위한 열저항 도전막(907)이 200 내지 400 nm(바람직하게 250 내지 350 nm)의 두께를 갖도록 형성된다. 열저항 도전막(907)은 단일층이거나, 필요한 경우 2-층 구조 또는 3-층 구조와 같이 다수의 층을 갖는 적층 구조를 취할 수 있다. 열저항 도전층은 Ta, Ti, 및 W로 구성된 그룹에서 선택된 원소, 또는 상기 원소들을 성분으로 갖는 합금, 또는 상기 원소를 조합하여 갖는 합금막을 포함할 수 있다. 열저항 도전층은 스퍼터링 또는 CVD에 의해 형성된다. 저항을 낮추기 위해, 층에 포함된 불순물 농도는 바람직하게 감소된다. 특히, 산소 농도는 바람직하게 30 ppm 이하이다. 본 실시예에서는 300 nm 두께의 W 막이 형성된다. W 막은 W를 타겟으로 스퍼터링에 의해 형성되거나 W₂를 이용하여 열적 CVD에 의해 형성될 수 있다. 어떠한 방법이든, W 막은 이들 게이트 전극으로 이용하도록 저항이 낮아야 하고, W 막의 저항은 바람직하게 20 $\mu\Omega$ cm 이하로 설정된다. W 막의 저항은 결정 입자 크기를 감소시킴으로써 감소될 수 있지만, W 막에 산소와 같은 불순물 원소가 너무 많으면, 결정화가 방해되어 저항을 상승시킨다. 따라서, W 막이 스퍼터링에 의해 형성될 때, 순도 99.9999%의 W 타겟이 이용되고, 형성하는 동안 W 막에 공기의 불순물이 혼합되는 것을 허용하지 않도록 많이 주의된다. 그 결과로, W 막은 9 내지 20 $\mu\Omega$ cm의 저항성을 가질 수 있다.

그 대신에, 열저항 도전층(907)은 유사하게 스퍼터링에 의해 형성될 수 있는 Ta 막이 될 수 있다. Ar은 Ta 막을 형성할 때 스퍼터링 기체로 이용된다. 적절한 양의 Xe 또는 Kr이 스퍼터링 기체에 추가되면, 형성되는 막의 내부 스트레스는 완화되어 막이 벗겨지는 것을 방지한다. α 위상에서 Ta 막의 저항은 약 20 $\mu\Omega$ cm로, 게이트 전극에 이용가능하다. 한편, β 위상에서 Ta 막의 저항은 약 180 $\mu\Omega$ cm로, 게이트 전극에 적절하지 못하다. α 위상에서의 Ta 막은 TaN 막이 α 위상 Ta 막과 유사한 결정 구조를 갖기 때문에, Ta 막의 베이스로 TaN 막을 형성하여 용이하게 구해질 수 있다. 비록 도면에 도시되지 않았지만, 열저항 도전층(907) 하에서 약 2 내지 20 nm의 두께를 갖도록 인(P)으로 도핑된 실리콘막을 형성하는 것이 효과적이다. 이는 그 위에 형성된 도전막에 대한 접착력을 개선하고, 도전막의 산화를 방지하고, 동시에 열저항 도전층(907)에 적은 양으로 포함된 알칼리 금속 원소가 제 1 형상의 게이트 절연막(906)으로 확산되는 것을 방지한다. 어떠한 경우에서든, 열저항 도전층(907)의 저항은 바람직하게 10 내지 50 $\mu\Omega$ cm로 설정된다.

다음에는 포토리소그래피를 이용하여 레지스트 마스크(resist mask)(908)가 형성된다. 이어서, 제 1 에칭 처리가 행해진다. 본 실시예에서는 ICP 에칭 디바이스가 이용되고, CF₄ 및 C₂F₆가 에칭 기체로 혼합되고, 3.2 W/cm²의 RF(13.56 MHz) 전력이 1 Pa의 압력으로 주어져 플라스마를 발생한다. 기판측(샘플 스테이지)은 실질적으로 음의 자체-바이어스 전압이 인가되도록 224 mW/cm²의 RF(13.56 MHz) 전력을 수신한다. 이러한 조건 하에서, W 막의 에칭 비율은 약 100 nm/min이다. 이 에칭 비율을 근거로, W 막을 에칭하는

데 필요한 시간이 평가된다. 평가 시간은 20% 만큼 확장되고, 이는 제 1 에칭 처리에 대한 에칭 시간이다.

제 1 에칭 처리를 통해, 제 1 테이퍼(taper) 형상을 갖는 도전층(909 내지 912)이 형성된다. 도전층(909 내지 912)의 테이퍼 부분 각도는 15 내지 30°이다. 잔류물을 남기지 않고 도전막을 에칭하기 위해, 에칭 시간이 약 10 내지 20% 만큼 연장되는 오버에칭이 이용된다. 질산화실리콘막(게이트 절연막(906))에 대한 H_2O 막의 선택 비율은 2 내지 4(통상적으로 3)이므로, 질산화실리콘막이 노출된 영역이 오버에칭 처리에 의해 약 20 내지 50 nm 만큼 에칭된다(도 7b).

제 1 도핑 처리는 다음에 한 도전성 종류의 불순물 원소로 반도체층을 도핑하도록 행해진다. 이 도핑 단계에서는 n형 도전성을 제공하는 불순물 원소가 이용된다. 제 1 형상 도전층을 형성하는데 이용되는 마스크(908)는 그대로 남겨지고, 반도체층은 제 1 테이퍼 형상 도전층(909 내지 912)을 마스크로 이용하면서 자체-정렬 방식으로 이온 도핑에 의해 n형 도전성을 제공하는 불순물 원소로 도핑된다. 도핑시, 도즈(dose)는 1×10^{16} 내지 5×10^{16} atoms/cm²이고, 가속 전압은 n형 도전성을 제공하는 불순물 원소가 테이퍼 부분 및 게이트 절연막을 통해 게이트 절연막(906) 아래와 게이트 전극의 엣지에서 테이퍼 부분 아래의 반도체층에 이를 정도로 80 내지 160 keV로 설정된다. n형 불순물을 제공하는 불순물 원소는 그룹 15에 속하는 원소, 통상적으로 인(P) 또는 비소(As)가 이용된다. 여기서 인(P)이 이용된다. 이 이온 도핑을 통해, 제 1 불순물 영역(914 내지 917)은 1×10^{20} 내지 1×10^{21} atoms/cm³의 농도로 n형 도전성을 제공하는 불순물 원소를 포함하도록 형성된다(도 7c).

이 단계에서, 도핑 조건에 의존하여, 불순물은 제 1 형상 도전층(909 내지 912) 아래에 이르러, 제 1 불순물 영역(914 내지 917)이 제 1 형상 도전층(909 내지 912)과 오버랩된다.

다음에는 도 7d에 도시된 바와 같이 제 2 에칭 처리가 행해진다. 제 2 에칭 처리는 또한 CF₄ 및 C₂F₆의 혼합 기체를 에칭 기체로 이용하면서, 3.2 W/cm² (13.56 MHz)의 RF 전력, 45 mW/cm² (13.56 MHz)의 바이어스 전력, 및 1.0 Pa의 압력으로 에칭하는데 ICP 에칭 디바이스를 이용한다. 이러한 조건 하에서, 제 2 형상을 갖는 도전층(918 내지 921)이 형성된다. 도전층(918 내지 921)은 엣지들에서 테이퍼 부분을 갖고, 층의 두께는 엣지로부터 내부를 향해 점차 증가된다. 제 2 에칭 처리에서 기판측으로 인가된 바이어스 전력은 제 1 에칭 처리 보다 더 낮고, 동방성 에칭의 비율은 훨씬 증가된 것으로, 그에 의해 테이퍼 부분의 각도를 30 내지 60°로 설정한다. 마스크(908)는 엣지를 없애고 마스크(922)가 되도록 에칭된다. 도 7d의 단계에서, 게이트 절연막(906)의 표면은 약 40 nm 만큼 에칭된다.

이어서, 반도체층은 제 1 도핑 처리에서 보다 더 낮은 도즈 및 높은 가속 저압에서 n형 도전성을 제공하는 불순물 소자로 도핑된다. 예를 들어, 가속 전압은 70 내지 120 keV로 설정되고, 도즈는 1×10^{16} atoms/cm²로 설정되어, 증가된 불순물 농도의 제 1 불순물 영역(924 내지 927) 및 제 1 불순물 영역(924 내지 927)과 접촉하는 제 2 불순물 영역(928 내지 931)을 형성한다. 이 단계에서, 도핑 조건에 의존하여, 불순물은 제 2 불순물 영역(928 내지 931)이 제 2 형상의 도전층(918 내지 921)과 오버랩되도록 제 2 형상의 도전층(918 내지 921) 아래에 이를 수 있다. 제 2 불순물 영역의 불순물 농도는 1×10^{20} 내지 1×10^{21} atoms/cm³으로 설정된다(도 8a).

도 8b에 도시된 바와 같이, 한가지 도전성 종류와 반대되는 도전성 종류를 갖는 불순물 영역(933)(933a, 933b) 및(934)(934a, 934b)은 각각 p-채널 TFT를 형성할 반도체층(902, 906)에 형성된다. 이 경우에는 또한 반도체층이 p형 도전성을 제공하는 불순물 소자로 도핑되고, 자체 정렬 방식으로 불순물 영역을 형성하도록 제 2 형상의 도전층(918, 921)을 마스크로 이용한다. 이 도핑 동안, n-채널 TFT를 형성할 반도체층(903, 904)은 레지스트 마스크(932)로 완전히 덮인다. 여기서, 불순물 영역(933, 934)은 B₂H₆을 이용한 이온 도핑에 의해 형성된다. 불순물 영역(933, 934)에서 p형 도전성을 제공하는 불순물 원소의 농도는 2×10^{20} 내지 2×10^{21} atoms/cm³으로 설정된다.

보다 자세히 보면, 불순물 영역(933, 934)은 n형 도전성을 제공하는 불순물 원소를 포함하는 2개의 영역으로 분할될 수 있다. 제 3 불순물 영역(933a, 934a)은 1×10^{20} 내지 1×10^{21} atoms/cm³의 농도로 n형 도전성을 제공하는 불순물 원소를 포함한다. 제 4 불순물 영역(933b, 934b)은 1×10^{17} 내지 1×10^{20} atoms/cm³의 농도로 n형 도전성을 제공하는 불순물 원소를 포함한다. 그러나, 불순물 영역(933b, 934b)에서 p형 도전성을 제공하는 불순물 원소의 농도가 1×10^{16} atoms/cm³ 이상이고, 제 3 불순물 영역(933a, 934a)이 n형 도전성을 제공하는 불순물 원소의 농도 보다 1.5 내지 3배 더 높은 농도로 p형 도전성을 제공하는 불순물 원소를 포함하면, 제 3 불순물 영역은 p-채널 TFT의 소스 영역 및 드레인 영역으로 동작하는데 아무런 문제점이 없다.

이후에, 도 8c에 도시된 바와 같이, 제 1 층간 절연막(937)은 제 2 형상의 도전층(918 내지 921) 및 게이트 절연막(906) 위에 형성된다. 제 1 층간 절연막(937)은 산화실리콘막, 질산화실리콘막, 질화실리콘막, 또는 이들막을 조합하여 포함하는 적층막이 될 수 있다. 어떠한 경우에서든, 제 1 층간 절연막(937)은 비유기 절연 재료로부터 형성된다. 제 1 층간 절연막(937)의 두께는 100 내지 200 nm이다. 산화실리콘막이 제 1 층간 절연막(937)에 이용될 때, TEOS 및 H₂O의 혼합물을 이용하고, 반응 압력을 40 Pa로 설정하고, 기판 온도를 300 내지 400 °C로 설정하고, 또한 고주파수(13.56 MHz) 전력 밀도를 0.5 내지 0.8 W/cm²로 설정하여 전기 방전이 이루어지는 플라스마 CVD가 이용된다. 질산화실리콘막이 제 1 층간 절연막(937)에 이용될 때, SiH₄, N₂O, 및 NH₃로부터 플라스마 CVD에 의해 형성된 것, 또는 SiH₄ 및 N₂O로부터 플라스마 CVD에 의해 형성된 것이 선택된다. 이 경우, 박 형성 조건은 반응 압력을 20 내지 200 Pa로 설정하고, 기판 온도를 300 내지 400 °C로 설정하고, 또한 고주파수(60 MHz) 전력 밀도를 0.1 내지 1.0 W/cm²로 설정하는 것을 포함한다. 또한, SiH₄, N₂O, 및 H₂로부터 형성된 질산화실리콘 수산화막이 또한 제 1 층간

절연막(937)으로 이용될 수 있다. 유사하게, 질화실리콘막은 SiH_4 및 NH_3 로부터 플라즈마 CVD에 의해 제 1 층간 절연막으로서 형성될 수 있다.

이어서, 도핑시 각 농도로 n형 및 p형 도전성을 제공하는 불순물 원소가 활성화된다. 활성화 단계는 어닐링 용광로를 이용하는 열적 어닐링 처리에 의해 실행된다. 적용될 수 있는 다른 방법으로는 레이저 어닐링 및 고속 열적 어닐링(rapid thermal annealing, RTA)이 포함된다. 열적 어닐링은 1 ppm 이하, 바람직하게 0.1 ppm 이하의 산소 농도를 갖는 질소 대기에서 400 내지 700°C로, 통상적으로 500 내지 600°C로 실행된다. 본 실시예에서는 기판에 550°C로 4 시간 동안 열처리가 행해진다. 그러나, 열에 의한 플라스마 기판이 기판(900)으로 이용되면, 레이저 어닐링이 좋다.

활성화 단계에 이어서, 대기 기체는 3 내지 100% 수소를 포함하는 것으로 변화되고, 1 내지 12 시간 동안 300 내지 450°C로 열처리가 행해지고, 그에 의해 반도체층을 수소화시킨다. 수소화 단계는 열적으로 여 기된 수소를 이용하여 10^{16} 내지 10^{18} atoms/cm²으로 반도체층에 포함된 맹글링 결합(dangling bond)을 종료하는 것이다. 다른 방법으로, 플라스마 수소화(플라스마에 의해 여 기된 수소를 이용하는)가 이용될 수 있다. 어떠한 경우에서도, 반도체층(902 내지 905)의 결합 밀도는 바람직하게 10^{16} atoms/cm² 이하로 줄 어들고, 이 레벨로 밀도를 줄이기 위해서는 0.1 내지 0.1 atomic % 수소가 주어진 다.

다음에, 제 2 층간 절연막(939)은 1.0 내지 2.0 μm 의 평균 두께를 갖도록 유기 절연 재료로부터 형성된 다. 폴리이미드(polyimide), 아크릴(acrylic), 폴리아미드(polyamide), 폴리아미데아미드 (polyimideamide), 및 BCB(benzocyclobutene)와 같은 유기 수지 재료가 이용될 수 있다. 기판에 인가된 이후 열적으로 중합된 종류의 폴리아미드가 이용되면, 막은 예를 들어, 300°C의 깨끗한 오븐에서 기판을 구워 형성된다. 아크릴이 이용되면, 2가지 팩(pack) 종류가 선택된다. 주성분이 경화물과 혼합된 이후, 수지는 스피너(spinner)를 이용하여 기판의 전체 표면에 인가되고, 이어서 기판은 60초 동안 80°C의 뜨거운 플레이트에서 예비 가열되고 60분 동안 250°C로 깨끗한 오븐에서 구워져, 절연막을 형성한다.

제 2 층간 절연막(939)이 이와 같이 유기 절연막으로부터 형성될 때, 표면은 만족스럽게 레벨화될 수 있 다. 또한, 유기 수지 재료가 일반적으로 낮은 유전 상수를 가지므로, 여 전 캐패시턴스가 감소될 수 있다. 그러나, 유기 수지 재료에 흡수성이 있으므로, 본 실시예에서와 같이 제 1 층간 절연막(937)으로 서 형성된 산화실리콘막, 질산화실리콘막, 또는 질화실리콘막과 유기 수지막을 조합하는 것이 바람직하다.

이후에, 소정의 패턴을 갖는 레지스트 마스크가 형성되고, 각 반도체층에서 소스 영역 또는 드레인 영역 으로 동작하는 불순물 영역에 이르도록 접촉홀(contact hole)이 형성된다. 접촉홀은 건식 에칭에 의해 형성된다. 이 경우에는 CF_4 , O_2 , 및 He 의 혼합 기체가 먼저 유기 수지 재료로 형성된 제 2 층간 절연막 (939)을 에칭하는 에칭 기체로 이용된다. 이어서, 에칭 기체는 CF_4 및 O_2 로 변화하여, 제 1 층간 절연막 (937)을 에칭한다. 에칭 기체는 반도체층에 대해 선택 비율을 상승시키기 위해 CHF_3 로 더 교환되고, 게이트 절연막(906)은 에칭되어 접촉홀을 형성한다.

이어서, 도전성 금속막인 배선층(940)이 스퍼터링 또는 진공 증착에 의해 형성된다. 배선층(940)에는 에 칭하는 동안 배선층 및 에천트(etchant)에 대해 선택 비율을 증가시키는 재료로 분리층(941)이 형성된다. 분리층(941)은 절화물막 및 산화물막, 또는 폴리이미드, 폴리아미드, BCB(benzocyclobutene)와 같은 비유 기 재료로 형성될 수 있다. 금속 재료가 또한 이용될 수 있다.

분리층(941)은 마스크를 이용하여 패턴화되고, 소스 배선(942 내지 945), 드레인 배선(946 내지 948), 및 분리 부분(924b 내지 948b)을 형성하도록 에칭된다. 본 명세서에서, 분리층 및 배선층으로 구성된 구조 는 분할벽(partition wall)이라 칭하여진다. 도면에는 도시되지 않았지만, 본 실시예의 배선은 50 nm 두께의 Ti 막과 500 nm 두께의 합금막(Si 및 Ti의 합금막)으로 구성된 적층이다.

다음에는 80 내지 120 nm 두께의 투명 도전막이 형성되고, 화소 전극(949)을 형성하도록 패턴화된다(도 9b). 본 실시예에서는 ITO 막 또는 산화인듐과 2 내지 20%의 ZnO를 혼합하여 얻어진 투명 도전막이 투명 전극으로 이용된다.

화소 전극(949)은 드레인 배선(946a)에 전기적으로 연결된 접촉 배선(923)과 접촉한다. 이와 같이, 전류 제어 TFT(963)의 드레인 영역 및 화소 전극(949) 사이에 전기적 연결이 형성된다.

다음에는 도 9b에 도시된 바와 같이 증착에 의해 유기 화합물층(950), 음극(951), 및 비활성막 (passivation film)(952)이 형성된다. 유기 화합물층(950)을 형성하기 이전에, 화소 전극(947)에는 습기 를 완전히 제거하도록 열처리가 바람직하게 실행된다. 본 실시예에서, 유기 발광 소자의 음극은 MgAg 전 극이다. 그러나, 다른 공지된 재료가 음극으로 이용될 수 있다.

유기 화합물층(950)은 발광층에 부가하여, 홀 주입층, 홀 수송층, 전자 수송층, 전자 주입층, 및 버퍼층 과 같은 다수의 층들을 조합하여 갖는다. 이후에는 본 실시예에서 이용되는 유기 화합물층의 구조가 상세히 설명된다.

본 실시예에서는 CuPc 가 홀 주입층으로 이용되는 반면, α -NPD가 홀 수송층으로 이용되고, 그 층들은 각 각 증착에 의해 형성된다. 혼합층은 홀 주입층과 홀 수송층 사이의 인터페이스에서 공동 증착에 의해 CuPc 및 α -NPD로부터 형성된다. 여기서 형성되는 혼합층은 농도 경사도를 갖는 것이 바람직하다.

다음에는 발광층이 형성된다. 본 실시예에서는 발광층이 다른 칼리의 빛을 방출하는 유기 화합물층을 형 성하도록 다른 재료로부터 형성된다. 본 실시예에서 형성된 유기 화합물층은 적색광, 녹색광, 및 청색광 을 발한다.

적색광을 방출하는 발광 층은 DCM으로 도핑된 Alq_3 로부터 형성된다. 대신에, Eu 복합체인 (1,10-phenanthroline)-tris(1,3-diphenyl-propane-1,3-dionato)europium (■)(Eu(DBM)₃(Phen))으로 도핑된 N,N'-disilylidene-1,6-hexanediaminatozinc(■)(Zn(saihn))이 이용될 수 있다. 다른 공지된 재료도

이용될 수 있다.

녹색광을 방출하는 발광층은 공동 증착에 의해 CBP 및 Ir(ppy)₃로부터 형성될 수 있다. 이 경우에는 BCP로 홀 차단층을 형성하는 것이 바람직하다. 그 대신에 Alq 및 BeBq(Benzoquinolinolate beryllium)이 이용될 수 있다. 그 층은 도펀트로서 Coumarin 6, 퀴나크리돈(quinacridon) 등과 같은 것을 이용하여 Alq로부터 형성될 수 있다. 다른 공지된 재료도 또한 이용될 수 있다.

청색광을 방출하는 발광층은 디스틸랄(distylyl) 유도체인 DPVBi, 리간드로서 아조메틴(azomethine) 화합물을 갖는 아연 복합체인 N,N'-disalicyliden-1,6-hexanediaminato)zinc(■)(Zn(saln)), 또는 페릴렌(perylene)으로 도핑된 4,4'-bis(2,2-diphenyl-vinyl)-biphenyl(DPVBi)로부터 형성될 수 있다. 다른 공지된 재료도 또한 이용될 수 있다.

본 실시예에서, 혼합층은 발광층의 상기 재료 및 이전에 형성된 홀 수송층의 재료인 a'-NPD의 공동 증착에 의해 홀 수송층과 발광층 사이의 인터페이스에 형성된다. 여기에 형성된 혼합층은 농도 경사도를 갖는 것이 바람직하다.

혼합층이 형성된 이후에는 전자 수송층이 형성된다. 전자 수송층으로는 1,3,4-oxadiazole 유도체, 1,2,4-triazole 유도체(예를 들면, TAZ) 등이 이용될 수 있다. 본 실시예에서는 1,2,4-triazole 유도체(TAZ)가 증착에 의해 30 내지 60 nm의 두께를 갖도록 형성된다.

또 다른 혼합층은 발광층의 상기 재료 및 1,2,4-triazole 유도체(TAZ)로부터 공동 증착에 의해 발광층과 전자 수송층 사이의 인터페이스에 형성된다. 여기에 형성된 혼합층은 농도 경사도를 갖는 것이 바람직하다.

상기 단계를 통해, 인터페이스에 놓인 혼합층과 적층 구조를 갖는 유기 화합물층이 완성된다. 본 실시예에서, 유기 화합물층(950)은 10 내지 400 nm(통상적으로 60 내지 150 nm)의 두께이고(적층 유기 화합물층 및 혼합층을 포함하는), 음극(951)은 80 내지 200 nm(통상적으로 100 내지 150 nm)의 두께이다.

유기 화합물층이 형성된 이후에는 유기 발광 소자의 음극이 증착에 의해 형성된다. 본 실시예에서는 유기 발광 소자의 음극을 구성하는 도전막에 MgAg가 이용된다. 그러나, Al:Li 합금막(알루미늄과 리튬의 합금막)과 주기율표에서 그룹 1 또는 2에 속하는 원소 및 알루미늄의 공동 증착에 의해 얻어진 막이 또한 이용될 수 있다.

음극(951)이 형성된 이후에는 비활성화막(952)이 형성된다. 비활성화막(952)을 제공함으로써, 유기 화합물막(950) 및 음극(951)이 습기 및 산소로부터 보호될 수 있다. 본 실시예에서는 300 nm의 두께를 갖는 질화실리콘막이 비활성화막(952)으로서 형성된다. 비활성화막(952)은 공기에 기판을 노출시키지 않고 음극(951)의 형성 이후 연속적으로 형성될 수 있다.

이와 같이, 도 9c에 도시된 구조를 갖는 발광 디바이스가 완성된다. 화소 전극(949), 유기 화합물층(950), 및 음극(951)이 오버랩되는 부분(954)은 유기 발광 소자에 대응한다.

p-채널 TFT(960) 및 n-채널 TFT(961)는 구동 회로의 TFT로, CMOS를 구성한다. 스위칭 TFT(962) 및 전류 제어 TFT(963)는 화소부의 TFT이다. 구동 회로의 TFT와 화소부의 TFT는 똑같은 기판상에 형성될 수 있다.

유기 발광 소자를 이용하는 발광 디바이스의 경우, 그 구동 회로는 대부분 5 내지 6V, 10V의 전압을 갖는 전력 공급으로 동작될 수 있다. 그러므로, 핫(hot) 전자로 인한 TFT의 변형은 심각한 문제가 되지 않는다. 또한, 구동 회로가 고속으로 동작할 필요가 있으므로, 더 작은 게이트 캐패시턴스가 TFT에 유리하다. 따라서, 본 실시예에서와 같이 유기 발광 소자를 이용하는 발광 디바이스의 구동 회로에서는 TFT의 반도체층에서 제 2 불순물 영역(929) 및 제 4 불순물 영역(933b)이 바람직하게 게이트 전극(918) 및 게이트 전극(919)과 각각 오버랩되지 않는다.

그래서, 도 9c에 도시된 바와 같이 기판상에 형성된 유기 발광 소자의 발광 패널이 형성된다.

발광 패널이 형성된 이후에, 패널은 밀봉되고, FPC를 통해 외부 전력 공급에 전기적으로 연결되며, 본 발명의 발광 디바이스를 완성한다.

본 실시예의 구조는 실시예 1 내지 3의 소자 구조 중 임의의 것과 조합될 수 있다.

[실시예 5]

본 실시예는 발광 디바이스로 실시예 4에서 도 9c의 단계를 통해 제조이 종료된 발광 패널(panel)을 완성하는 방법을 상세히 설명한다. 그 설명은 도 10a 및 도 10b를 참고로 주어진다.

도 10a는 밀봉을 통해 종료된 유기 발광 소자를 도시하는 상면도이다. 도 10b는 도 10a의 선 A-A'를 따라 취해진 단면도이다. 점선으로 둘러싸여(1001, 1002, 1003)로 표시된 것은 각각 소스측 구동 회로, 화소부, 및 게이트측 구동 회로이다. (1004)는 커버 멤버를 나타내고, (1005)는 밀봉 멤버를 나타낸다. 밀봉 멤버(1005) 내부에는 공간(1007)이 제공된다.

(1008)은 소스측 구동 회로(1001) 및 게이트측 구동 회로(1003)에 입력되는 신호를 전달하는 배선이다. 배선(1008)은 외부 입력 단자로 동작하는 FPC (flexible printed circuit)(1010)로부터 비디오 신호 및 출력 신호를 수신한다. 비록 여기서는 FPC만이 도시되지만, PWB(printed wiring board)가 FPC에 부착될 수 있다. 본 명세서에서, 발광 디바이스란 말은 발광 패널에 부착된 FPC 또는 PWB를 포함하는 발광 모듈 뿐만 아니라 IC로 설치된 발광 모듈도 포함한다.

다음에는 도 10b를 참고로 단면 구조가 설명된다. 기판(1000) 위에는 화소부(1002) 및 게이트측 구동 회로(1003)가 형성된다. 화소부(1002)는 각각이 전류 제어 TFT(1011) 및 TFT의 드레인에 전기적으로 연결된 투명 전극(1012)을 포함하는 다수의 화소로 구성된다. 게이트측 구동 회로(1003)는 n-채널 TFT(1013)

및 p-채널 TFT(1014)이 조합된 CMOS 회로(도 9c를 참고)를 이용하여 구성된다.

투명 전극(1012)은 유기 발광 소자의 양극으로 동작한다. 중간 절연막(1006)은 투명 전극(1012)의 각 측면에 형성된다. 투명 전극(1012) 위에는 유기 발광 소자의 유기 화합물층(1016) 및 음극(1017)이 형성된다.

음극(1017)은 또한 다수의 화소에 공통된 배선으로 동작하고, 연결 배선(1009)을 통해 FPC(1010)에 전기적으로 연결된다. 화소부(1002) 및 게이트측 구동 회로(1003)에 포함된 모든 소자는 비활성막(1018)으로 커버된다.

커버 멤버(1004)는 밀봉 멤버(1005)에 의해 결합된다. 수지막으로 형성된 스페이서(spacer)는 커버 멤버(1004)와 유기 발광 소자 사이의 거리를 보장하기 위해 제공될 수 있다. 밀봉 멤버(1005) 내부에는 밀폐 공간이 주어지고, 질소 및 아르곤과 같은 불활성 기체로 채워진다. 또한, 이 밀폐 공간에는 흡착제(absorbent), 통상적으로 산화바륨이 놓이는 것이 효과적이다.

커버 멤버는 유리, 세라믹, 플라스틱, 또는 금속이 될 수 있다. 그러나, 커버 멤버의 재료는 커버 멤버 측으로 빛이 비추어질 때 광투과성이 되어야 한다. 커버 멤버로 이용가능한 플라스틱으로는 FRP(fiberglass-reinforced plastics), PVF(polyvinyl fluoride), Mylar, 폴리에스테르, 및 아크릴이 포함된다.

상술된 방식으로 커버 멤버 및 밀봉 멤버로 발광 패널을 밀봉함으로써, 유기 발광 소자가 외부에 완전히 차단되어, 습기 및 산소와 같이 유기 화합물층의 가속 변형을 가속화하는 외부 재료가 그 소자에 들어오는 것을 방지한다. 따라서, 높은 확실성의 발광 디바이스가 구현될 수 있다.

본 실시예의 구조는 실시예 1 내지 실시예 4의 구조 중 임의의 것과 자유롭게 조합됨으로써 실현될 수 있다.

[실시예 6]

본 실시예는 도 17에 도시된 유기 발광 소자의 제 1 혼합 영역(1708) 및 제 2 혼합 영역(1709)이 농도 경사도를 갖는 특징예를 도시한다.

먼저, 유리 기판(1701)상에는 양극(1702)을 형성하도록 스퍼터링에 의해 약 100 nm 두께를 갖는 ITO가 형성된다. 양극(1702)을 갖는 유리 기판(1701)을 도 23a 및 도 23b에 도시된 바와 같이 진공 탱크로 가져간다. 본 실시예에서는 4가지 종류의 재료(3가지 종류의 유기 화합물 및 음극을 형성하기 위한 금속)를 증착에 의해 증착하기 위해 4개의 증착 소스가 필요하다.

먼저, S-TAD(spiro dimer of TAD)로만 구성된 홀 수송 영역(1705)이 3 Å/s의 증착 속도로 30 nm의 두께를 갖도록 형성된다. 이후에는 발광 재료인 S-DPVBi (spiro dimer of DPVBi)의 증착이 시작되고, 그 증착 속도는 점차 감소된다.

S-TAD의 증착 속도는 S-DPVBi의 증착이 시작된 직후 점차 감소되고, 그에 의해 농도 경사도를 갖는 제 1 혼합 영역(1708)이 형성된다. 제 1 혼합 영역(1708)은 10 nm의 두께를 갖는다. S-TAD 및 S-DPVBi의 증착 속도에서의 변화 속도는 제 1 혼합 영역의 형성이 완성됨에 따라 S-TAD의 증착이 종료되고 S-DPVBi의 증착이 3 Å/s의 비율에 이르도록 조절된다.

S-DPVBi로 구성된 발광 영역(1706)이 20 nm의 두께를 갖도록 형성된 이후에, 전자 수송 재료인 Alq의 증착이 시작되고, 그의 증착 속도는 점차 감소된다. S-DPVBi의 증착 속도는 Alq의 증착이 시작된 직후에 점차 감소되고, 그에 의해 농도 경사도를 갖는 제 2 혼합 영역(1709)이 형성된다. 제 2 혼합 영역(1709)은 10 nm의 두께를 갖는다. S-DPVBi 및 Alq의 증착 속도에서의 변화 속도는 제 2 혼합 영역의 형성이 완료됨에 따라 S-DPVBi의 증착이 종료되고 Alq의 증착이 3 Å/s의 비율에 이르도록 조절된다.

Alq의 증착은 전자 수송 영역(1707)을 형성하기 위해 계속된다. 영역은 30 nm의 두께이다. 마지막으로, Al:Li 합금이 음극으로 약 150 nm의 두께를 갖도록 증착에 의해 증착된다. 그래서, S-DPVBi로부터 주어진 청색의 빛을 방출하는 유기 발광 소자가 완성된다.

[실시예 7]

본 실시예는 도 21b에 도시된 유기 발광 소자의 특징예를 도시한다.

먼저, 유리 기판(1701)에는 양극(1702)을 형성하도록 스퍼터링에 의해 약 100 nm의 두께를 갖는 ITO가 형성된다. 양극(1702)을 포함하는 유리 기판(1701)을 도 23a 및 도 23b에 도시된 바와 같이 진공 탱크로 가져간다. 본 실시예에서는 5가지 종류의 재료(3가지 종류의 유기 화합물 및 2가지 종류의 금속)를 증착에 의해 증착하기 위해 5가지의 증착 소스가 필요하다.

먼저, α -NPD만으로 구성된 홀 수송 영역(1705)이 3 Å/s의 증착 속도로 30 nm의 두께를 갖도록 형성된다. α -NPD의 증착 속도를 3 Å/s로 유지하면서, 발광재료인 Alq의 증착이 3 Å/s의 증착 속도로 시작된다. 다른 말로 하면, 1:1의 비율로 α -NPD 및 Alq를 포함하는 제 1 혼합 영역(1708)이 공동 증착에 의해 형성된다. 제 1 혼합 영역은 10 nm의 두께이다.

제 1 혼합 영역(1708)이 완성됨에 따라, α -NPD의 증착은 종료되지만, Alq의 증착은 계속되어 발광 영역(1706)을 형성한다. 발광 영역은 20 nm의 두께이다. 또한, Alq의 증착을 계속하면서, 전자 수송층인 BPhen의 증착이 3 Å/s의 증착 속도로 시작된다. 다른 말로 하면, 1:1의 비율로 Alq 및 BPhen을 포함하는 제 2 혼합 영역(1709)이 공동 증착에 의해 형성된다. 제 2 혼합 영역은 10 nm의 두께이다.

제 2 혼합 영역(1709)이 완성됨에 따라, Alq의 증착은 종료되지만, BPhen의 증착은 계속되어 30 nm 두께의 전자 수송 영역(1707)을 형성한다. 또한, BPhen의 증착을 계속하면서, 약 1 wt%의 Li가 부가되어 전자 주입 영역(1711)을 형성한다. 전자 주입 영역은 10 nm의 두께이다.

마지막으로, Al:Li 합금이 음극으로 약 150 nm의 두께를 갖도록 증착에 의해 증착된다. 그래서, Alq로부터

터 주머지는 녹색의 빛을 방출하는 유기 발광 소자가 완성된다.

[실시예 8]

본 실시예는 도 22에 도시된 유기 발광 소자의 특징예를 도시한다.

먼저, 유리 기판(11001)에는 양극(11002)을 형성하도록 스퍼터링에 의해 약 100 nm의 두께를 갖는 ITO가 형성된다. 양극(11002)을 포함하는 유리 기판(11002)을 도 23a 및 도 23b에 도시된 바와 같이 진공 챔프로 가져간다. 본 실시예에서는 7가지 종류의 재료(5가지 종류의 유기 화합물 및 2가지 종류의 금속)를 증착에 의해 증착하기 위해 7가지의 증착 소스가 필요하다.

먼저, 홀 주입 재료인 CuPC가 20 nm의 두께를 갖도록 증착에 의해 증착되고, 홀 주입 영역(11010)을 형성한다. CuPC 막이 20 nm에 이르러 CuPC의 증착을 끝내면, 간격 없이, 홀 수송 재료인 α -NPD가 3 Å/s의 증착 속도로 시작된다. 간격을 허용하지 않는 이유는 상술된 바와 같이 불순물층의 형성을 방지하기 위한 것이다.

α -NPD만으로 구성된 홀 수송 영역(11005)이 20 nm의 두께를 갖도록 형성된 이후에, 발광 재료에 관련된 호스트 재료인 Alq의 증착이 3 Å/s의 증착 속도로 시작되고, α -NPD의 증착 속도는 3 Å/s로 유지된다. 다른 말로 하면, 1:1의 비율로 α -NPD 및 Alq를 포함하는 제 1 혼합 영역(11008)이 공동 증착에 의해 형성된다. 제 1 혼합 영역은 10 nm의 두께이다.

제 1 혼합 영역(11008)이 완성됨에 따라, α -NPD의 증착이 종료되지만, Alq의 증착은 계속되어 발광 영역(11006)을 형성한다. 발광 영역은 20 nm의 두께이다. 이때, 발광 영역(11006)은 발광 재료(11012)로 형광 염료인 1 wt% DCM으로 도핑된다.

발광 영역(11006)이 완성됨에 따라, DCM의 증착이 종료되지만, Alq의 증착은 더 계속된다. 동시에, 전자 수송 재료인 BPhen의 증착이 3 Å/s의 증착 속도로 시작된다. 다른 말로 하면, 1:1의 비율로 Alq와 BPhen을 포함하는 제 2 혼합 영역(11009)이 공동 증착에 의해 형성된다. 제 2 혼합 영역은 10 nm의 두께이다.

제 2 혼합 영역(11009)이 완성됨에 따라, Alq의 증착이 종료되지만, BPhen의 증착이 계속되어 30 nm 두께의 전자 수송 영역(11007)을 계속하여 형성한다. BPhen의 증착이 더 계속되어, 약 1 wt%의 Li가 부가되어 전자 주입 영역(11011)을 형성한다. 전자 주입 영역은 10 nm의 두께이다.

마지막으로, Al:Li가 음극으로 약 150 nm의 두께를 갖도록 증착에 의해 증착된다. 그래서, DCM으로부터 주머지는 녹색의 빛을 방출하는 유기 발광 소자가 완성된다.

[실시예 9]

본 실시예는 삼중 발광 재료가 도 22에 도시된 유기 발광 소자의 발광 재료(11012)로 이용되는 특징예를 도시한다.

먼저, 유리 기판에는 ITO 전극(양극)을 형성하도록 스퍼터링에 의해 약 100 nm의 두께로 ITO가 증착된다. 유리 기판 위에는 요오드로 도핑된 poly(3-hexyl) thiophene이 홀 주입 영역으로서 스핀 코팅(spin coating)에 의해 20 nm의 두께를 갖는 막으로 형성된다. 용매로는 벤젠이 이용되고, 요오드는 도핑을 위해 똑같은 용매에 용해된다. 막이 형성된 이후, 용매로 이용된 벤젠은 가열에 의해 제거된다.

도전성 폴리머 재료로 이와 같이 코팅된 ITO 전극을 갖는 기판을 도 23a 및 도 23b에 도시된 바와 같이 진공 챔프로 가져간다. 본 실시예에서는 6가지 종류의 재료(5가지 종류의 유기 화합물 및 음극을 형성하기 위한 금속)를 증착에 의해 증착하기 위해 6가지의 증착 소스가 필요하다.

먼저, α -NPD만으로 구성된 홀 수송 영역은 40 nm의 두께를 갖도록 3 Å/s의 증착 속도로 형성된다. 이어서, α -NPD의 증착 속도를 3 Å/s로 유지하면서, 발광 재료에 관련된 호스트 재료인 BAlq의 증착이 3 Å/s의 증착 속도로 시작된다. 다른 말로 하면, 1:1의 비율로 α -NPD 및 BAlq를 포함하는 제 1 혼합 영역(11008)이 공동 증착에 의해 형성된다. 제 1 혼합 영역(11008)은 10 nm의 두께이다.

제 1 혼합 영역(11008)이 완성됨에 따라, α -NPD의 증착이 종료되지만, BAlq의 증착은 계속되어 발광 영역(11006)을 형성한다. 발광 영역은 20 nm의 두께이다. 이때, 발광 영역(11006)은 발광 재료(11012)로 삼중 발광 재료인 5 wt% Ir(ppy)₃으로 도핑된다.

발광 영역(11006)이 완성됨에 따라, Ir(ppy)₃의 증착이 종료되지만, BAlq의 증착은 더 계속된다. 동시에, 전자 수송 재료인 Alq의 증착이 3 Å/s의 증착 속도로 시작된다. 다른 말로 하면, 1:1의 비율로 BAlq와 Alq를 포함하는 제 2 혼합 영역(1709)이 공동 증착에 의해 형성된다. 제 2 혼합 영역(1709)은 10 nm의 두께이다.

제 2 혼합 영역(11009)이 완성됨에 따라, BAlq의 증착이 종료되지만, Alq의 증착이 계속되어 30 nm 두께의 전자 수송 영역을 계속하여 형성한다. 이어서, Li(acac)는 전자 주입 영역으로 2 nm의 두께를 갖도록 증착에 의해 증착된다.

마지막으로, Al이 음극으로 약 150 nm의 두께를 갖도록 증착에 의해 증착된다. 그래서, Ir(ppy)₃으로부터 주머지는 녹색의 빛을 방출하는 삼중 발광 소자가 완성된다.

[실시예 10]

본 실시예는 본 발명에 따른 유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스를 설명한다. 도 24a 및 도 24b는 본 발명의 유기 발광 소자를 이용하는 활성 매트릭스(active matrix) 발광 디바이스의 단면도이다.

여기서는 활성 소자로 백막 트랜지스터(이후 TFT라 칭하며)가 이용되지만, 활성 소자는 MOS 트랜지스터가 될 수 있다. 한 예로 도시된 TFT는 상단 게이트 TFT(특정하게, 평면 TFT)이지만, 하단 게이트 TFT

(통상적으로 역스태거(reverse stagger) TFT)가 대신에 이용될 수 있다.

도 24a에서, (11201)은 기판을 나타낸다. 여기서 이용되는 기판은 광선이 기판측으로부터 외부로 전달되도록 가시광선을 전송할 수 있다. 특히, 유리 기판, 수정 기판, 크리스탈 유리 기판, 또는 플라스틱 기판(플라스틱막을 포함하는)이 이용될 수 있다. 기판(11201)은 기판의 표면에 형성된 절연막 + 기판을 칭한다.

기판(11201) 위에는 화소부(11211) 및 구동 회로(11212)가 제공된다. 먼저, 화소부(11211)가 설명된다.

화소부(11211)는 영상을 디스플레이하기 위한 영역이다. 다수의 화소는 기판상에 놓이고, 각 화소에는 유기 발광 소자(이후 전류 제어 TFT라 칭하여지는), 화소 전극(양극)(11203), 유기 화합물막(11204), 및 음극(11205)에 흐르는 전류를 제어하기 위한 TFT(11202)가 제공된다. 비록 도 24a에서는 전류 제어 TFT만이 도시되지만, 각 화소는 전류 제어 TFT(이후 스위칭 TFT라 칭하여지는)의 게이트에 인가되는 전압을 제어하기 위한 TFT를 갖는다.

전류 제어 TFT(11202)는 여기서 바람직하게 p-채널 TFT이다. n-채널 TFT가 대신에 이용될 수 있지만, 전류 제어 TFT가 도 24a 및 도 24b에 도시된 바와 같이 유기 발광 소자의 양극에 연결되면, 전류 제어 TFT로 p-채널 TFT가 전류 소모를 줄이는데 더 성공적이다. 스위칭 TFT는 n-채널 TFT나 p-채널 TFT에 의해 형성될 수 있음을 유의해야 한다.

전류 제어 TFT(11202)의 드레인은 전기적으로 화소 전극(11203)에 연결된다. 본 실시예에서는 4.5 내지 5.5 eV의 일함수를 갖는 도전성 재료가 화소 전극(11203)의 재료로 이용되므로, 화소 전극(11203)은 유기 발광 소자의 양극으로 동작한다. 화소 전극(11203)으로는 광투과 재료, 통상적으로 산화인듐, 산화주석, 산화미연, 또는 이들의 화합물(예를 들면, ITO)이 이용된다. 화소 전극(11203) 위에는 유기 화합물막(11204)이 형성된다.

유기 화합물막(11204)에는 음극(11205)이 제공된다. 음극(11205)의 재료는 바람직하게 2.5 내지 3.5 eV의 일함수를 갖는 도전성 재료이다. 통상적으로, 음극(11205)은 알칼리 금속 원소나 알칼리 지토류 금속 원소를 포함하는 도전막으로부터, 또는 알루미늄을 포함하는 도전막으로부터, 또는 상기 도전막 중 하나에 알루미늄 또는 은막을 형성하여 얻어진 적층으로부터 형성된다.

화소 전극(11203), 유기 화합물막(11204), 및 음극(11205)으로 구성된 층은 보호막(11206)으로 덮인다. 보호막(11206)은 산소 및 습기로부터 유기 발광 소자를 보호하도록 제공된다. 보호막(11206)에 이용될 수 있는 재료는 질화실리콘, 질산화실리콘, 산화알루미늄, 산화탄탈, 및 탄소(통상적으로, 다이아몬드형 탄소)를 포함한다.

다음에는 구동 회로(11212)가 설명된다. 구동 회로(11212)는 화소부(11211)에 전달되는 신호(게이트 신호 및 데이터 신호)의 타이밍을 제어하기 위한 영역이고, 시프트 레지스터, 버퍼, 및 래치(latch) 뿐만 아니라 아날로그 스위치(전달 게이트) 또는 레벨 시프터가 제공된다. 도 24a에서, 이들 회로의 기본 단위는 n-채널 TFT(11207) 및 p-채널 TFT(11208)로 구성된 CMOS 회로이다.

공지된 회로 구조는 시프트 레지스터, 버퍼, 래치, 및 아날로그 스위치(전달 게이트) 또는 레벨 시프터에 적용될 수 있다. 비록 화소 전극(11211) 및 구동 회로(11212)가 도 24a 및 도 24b에서 똑같은 기판상에 제공되지만, IC 또는 LSI는 기판 상에 구동 회로(11212)를 놓는 대신에 기판에 전기적으로 연결될 수 있다.

화소 전극(양극)(11203)은 도 24a 및 도 24b에서 전류 제어 TFT(11202)에 전기적으로 연결되지만, 그 대신에, 음극이 전류 제어 TFT에 연결될 수 있다. 이 경우, 화소 전극은 음극(11205)의 재료로부터 형성되고, 음극은 화소 전극(양극)(11203)의 재료로부터 형성된다. 이 경우의 전류 제어 TFT는 바람직하게 n-채널 TFT이다.

도 24a에 도시된 발광 디바이스는 화소 전극(11203)의 형성이 배선(11209)의 형성에 앞서는 처리로 제조된다. 그러나, 이 처리는 화소 전극(11203)의 표면을 거칠게 할 수 있다. 화소 전극(11203)의 거친 표면은 전류-구동형 소자이므로 유기 발광 소자의 특성을 저하시킬 수 있다.

이어서, 화소 전극(11203)은 도 24b에 도시된 발광 디바이스를 구하도록 배선(11209)을 형성한 이후에 형성된다. 이 경우, 화소 전극(11203)으로부터의 전류 주입은 도 24a의 구조와 비교해 개선될 수 있다.

도 24a 및 도 24b에서, 전방향-데이터 버퍼(bank) 구조(11210)는 화소부(11211)에 놓인 화소들을 서로 분리시킨다. 이 버퍼 구조가 역방향-데이터 버퍼이면, 버퍼 구조와 화소 전극 사이의 접촉이 방지될 수 있다. 그에 대한 예는 도 25에 도시된다.

도 25에서, 배선은 또한 분리 부분으로 동작하며, 배선 및 분리 부분(11310)을 형성한다. 도 25에 도시된 배선과 분리 부분(11310)의 형성(즉, 처마 구조)은 금속 보다 애칭 조건이 더 낮은 재료와 배선을 구성하는 금속을 적층하고, 이어서 그 적층을 에칭하여 얻어진다. 이 형상은 음극(11305)과 화소 전극(11303) 또는 배선 사이의 단락 회로를 방지할 수 있다. 통상적인 활성 매트릭스 발광 디바이스와 다르게, 화소의 음극(11305)은 도 25의 디바이스에서 스트라이프 형상이 된다(능동 매트릭스 디바이스의 음극과 유사하게).

도 26a는 도전성 폴리머 재료가 홀 주입 영역으로 이용될 때 효과적인 전극 구조가 활성 매트릭스 발광 디바이스에 도입된 예를 도시한다. 그 단면은 도 26a에 도시된다. 각 화소에서 전극 구조의 상면 또는 도 26b에 도시된다. 설명된 구조에 따라, 각 화소(11413)의 양극은 전체 표면에 걸쳐 형성되지 않고, 스트라이프 처리되어 슬릿(slit)이 스트라이프 처리된 전극(11403)의 스트라이프 사이에 형성된다.

유기 화합물막이 적절히 구조에 형성될 때, 전극이 주어져지 않는 슬릿으로부터는 빛이 조사되지 않는다. 그러나, 화소의 전체 표면은 도 26a에 도시된 바와 같이 도전성 폴리머(11414)의 코팅이 주어져지는 경우 빛을 발한다. 다른 말로 하면, 도전성 폴리머(11414)는 홀 주입 영역을 형성하고, 동시에 전극으로 동작한다.

도 26a 및 도 26b에서와 같은 발광 디바이스의 장점은 양극(11403)에 투명 재료를 이용할 필요가 없다는 것이다. 슬릿의 개구 비율이 80 내지 90%이면, 충분한 양의 빛이 방사될 수 있다. 또한, 도전성 폴리머(11414)가 평평한 표면을 형성하므로, 균일한 전기장이 유기 화합물막에 인가되어 고장 위험을 줄인다.

도 27a 및 도 27b는 도 24b에 도시된 활성 매트릭스 발광 디바이스의 외형을 도시한다. 도 27a는 상면도이고, 도 27b는 도 27a에서 선 P-P'를 따라 취해진 단면도이다. 도 24a 및 도 24b의 기호는 도 27a 및 도 27b에서도 이용된다.

도 27a에서, (11501)은 화소부를 나타내고, (11502)는 게이트 신호측 구동 회로를 나타내고, (11503)은 데이터 신호측 구동 회로를 나타낸다. 게이트 신호측 구동 회로(11502) 및 데이터 신호측 구동 회로에 전달되는 신호는 입력 배선(11504)을 통해 TAB(tape automated bonding) 테이프(11505)로부터 입력된다. 도면에는 도시되지 않았지만, TAB 테이프(11505)는 IC(integrated circuit)내에 TAB 테이프를 제공하여 얻어진 TCP(tape carrier package)로 대체될 수 있다.

(11506)은 도 24b에 도시된 발광 디바이스의 상단 부분에 제공되고 수지로 구성된 밀봉 멤버(11507)와 결합되는 커버 멤버이다. 커버 멤버(11506)는 산소 및 습기를 투과하지 않는 임의의 재료가 될 수 있다. 본 실시예에서는 도 27b에 도시된 바와 같이, 커버 멤버(11506)가 플라스틱 멤버(11506a), 및 플라스틱 멤버(11506a)의 전후에 각각 형성된 탄소막(특히, 다이아몬드형 탄소막)(11506b, 11506c)으로 구성된다.

도 27b에 도시된 바와 같이, 밀봉 멤버(11507)는 유기 발광 소자가 밀폐 공간(11509)에서 완전히 밀봉되도록 수지로 구성된 밀봉 멤버(11508)로 덮힌다. 밀폐 공간(11509)은 불활성 기체(통상적으로, 질소 기체 또는 희귀 기체), 수지, 또는 불활성 액체(예를 들면, 통상적인 예가 퍼플루오로 알칸(perfluoro alkane)인 액정 불화탄소)로 채워진다. 또한, 공간에 흡습제 또는 탈산소제를 넣는 것도 효과적이다.

본 실시예에서는 발광 디바이스의 디스플레이 표면(영상이 디스플레이되어 시청자에 의해 관찰되는 면)에 분극 플레이트(polarizing plate)가 제공될 수 있다. 분극 플레이트는 외부로부터 입사광의 반사를 감소시키는 효과를 가지므로, 디스플레이 표면이 시청자에게 반사되어 도시되는 것을 방지한다. 일반적으로, 회전 분극 플레이트가 이용된다. 그러나, 유기 화합물막으로부터 방사되는 빛이 분극 플레이트에서 반사되어 뒤로 이동하는 것을 방지하기 위해 분극 플레이트가 굴절률을 조절하여 더 적은 내부 반사를 갖는 구조를 갖는 것이 바람직하다.

본 발명에 따른 유기 발광 소자는 본 실시예의 발광 디바이스에 포함되는 유기 발광 소자로 이용될 수 있다.

[실시예 11]

본 실시예는 본 발명에 따른 유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스의 예로 활성 매트릭스 발광 디바이스를 도시한다. 실시예 5와 다르게, 본 실시예의 발광 디바이스에서는 활성 소자가 형성된 기판의 반대측으로부터 빛이 주어진다(이후 상향 방사라 칭하여진다). 도 28은 그 단면도이다.

여기서는 박막 트랜지스터(이하 TFT라 칭하여지는)가 활성 소자로 이용되지만, 활성 소자는 MOS 트랜지스터가 될 수 있다. 한 예로 도시된 TFT는 상단 게이트 TFT(특정하게, 평면 TFT)이지만, 하단 게이트 TFT(통상적으로 역스태거 TFT)가 대신에 이용될 수 있다.

본 실시예의 기판(11601), 화소부에 형성된 전류 제어 TFT(11602), 및 구동 회로(11612)는 실시예 5와 똑같은 구조를 갖는다.

전류 제어 TFT(11602)의 드레인에 연결된 제 1 전극(11603)은 본 실시예에서 양극으로 이용되므로, 바람직하게, 큰 일함수를 갖는 도전성 재료로부터 형성된다. 도전성 재료의 통상적인 예는 니켈, 팔라듐, 텅스텐, 금, 및 은과 같은 금속을 포함한다. 본 실시예에서, 제 1 전극(11603)은 바람직하게 빛을 투과하지 못한다. 보다 바람직하게, 전극은 빛을 많이 반사하는 재료로부터 형성된다.

제 1 전극(11603) 위에는 유기 화합물막(11604)이 형성된다. 유기 화합물막(11604)에는 본 실시예에서 음극으로 동작하는 제 2 전극(11605)이 제공된다. 따라서, 제 2 전극(11605)의 재료는 바람직하게 2.5 내지 3.5 eV의 일함수를 갖는 도전성 재료이다. 통상적으로, 알칼리 금속 원소 또는 알칼리-지토류 금속 원소를 포함하는 도전막, 알루미늄을 포함하는 도전막, 또는 상기 도전막 중 하나에 알루미늄이나 은막을 쌓아 얻어진 적층이 이용된다. 그러나, 제 2 전극(11605)의 재료로는 광투과성이 필수적이다. 그러므로, 제 2 전극으로 이용될 때, 금속은 바람직하게 약 20 nm의 두께로 매우 얇은 막막에 형성된다.

제 1 전극(11603), 유기 화합물막(11604), 및 제 2 전극(11605)으로 구성된 층은 보호막(11606)으로 덮힌다. 보호막(11606)은 산소 및 습기로부터 유기 발광 소자를 보호하도록 제공된다. 본 실시예에서는 빛을 투과시키는 임의의 재료를 보호막으로 이용할 수 있다.

제 1 전극(양극)(11603)은 도 28에서 전류 제어 TFT(11602)에 전기적으로 연결되지만, 그 대신에, 음극이 전류 제어 TFT에 연결될 수 있다. 이 경우, 제 1 전극은 음극의 재료로부터 형성되고, 제 2 전극은 양극의 재료로부터 형성된다. 이 경우, 전류 제어 TFT는 바람직하게 n-채널 TFT이다.

(11607)은 커버 멤버이며, 수지로 형성된 밀봉 멤버(11608)와 결합된다. 커버 멤버(11607)는 산소와 습기를 제외하고 빛을 투과하는 임의의 재료가 될 수 있다. 본 실시예에서는 유리가 이용된다. 밀폐 공간(11609)은 불활성 기체(통상적으로 질소 기체나 희귀 기체), 수지, 또는 불활성 액체(예를 들면, 통상적인 예가 퍼플루오로 알칸(perfluoro alkane)인 액정 불화탄소)로 채워진다. 또한, 공간에 흡습제 또는 탈산소제를 넣는 것도 효과적이다.

게이트 신호측 구동 회로 및 데이터 신호측 구동 회로에 전달되는 신호는 입력 배선(11613)을 통해 TAB(tape automated bonding) 테이프(11614)로부터 입력된다. 도면에는 도시되지 않았지만, TAB 테이프(11614)는 IC(integrated circuit)에 TAB 테이프를 제공하여 얻어진 TCP(tape carrier package)로 대체될 수 있다.

본 실시예에서는 발광 디바이스의 디스플레이 표면(경상이 디스플레이되어 시청자에 의해 관찰되는 면)에 분극 플레이트가 제공될 수 있다. 분극 플레이트는 외부로부터 입사광의 반사를 감소시키는 효과를 가지므로, 디스플레이 표면이 시청자에게 반사되어 도시되는 것을 방지한다. 일반적으로, 회전 분극 플레이트가 이용된다. 그러나, 유기 화합물막으로부터 방사되는 빛이 분극 플레이트에서 반사되어 뒤로 이동하는 것을 방지하기 위해 분극 플레이트가 굴절율을 조절하여 더 적은 내부 반사를 갖는 구조를 갖는 것이 바람직하다.

본 발명에 따른 유기 발광 소자는 본 실시예의 발광 디바이스에 포함되는 유기 발광 소자로 이용될 수 있다.

[실시예 12]

본 실시예는 수동적(간단한 매트릭스) 발광 디바이스에 본 발명을 적용하는 경우를 설명한다. 그 설명은 도 11을 참고로 주어진다. 도 11에서, (1301)은 유리 기판을 나타내고, (1302)는 투명 도전막으로부터 형성된 양극을 나타낸다. 본 실시예에서, 투명 도전막은 산화 인듐 및 증착에 의해 증착된 산화아연의 화합물이다. 도 11에는 도시되지 않지만, 다수의 스트립의 양극이 도면에 수직 방향으로 배열되어, 스트라이프 패턴을 형성한다.

뱅크(1303a, 1303b)는 스트라이프 패턴을 형성하도록 배열된 양극(1302) 사이에 갭을 채우도록 형성된다. 뱅크(1303a, 1303b)는 양극(1302)을 따라 도면의 평면에 수직인 방향으로 형성된다.

다음에는 적층 구조를 갖는 유기 화합물층이 형성된다. 본 실시예에서는 CuPc(copper phthalocyanine)가 먼저 제 1 유기 화합물층(1304)으로 30 내지 50 nm의 두께를 갖도록 증착에 의해 증착된다.

이어서, a'-NPD가 제 2 유기 화합물층(1305)으로 30 내지 60 nm의 두께를 갖도록 증착에 의해 증착된다.

또한, 제 3 유기 화합물층(1306)이 형성된다. 본 실시예의 제 3 유기 화합물층을 형성하도록, 적색을 방출하는 화소(1306a), 녹색을 방출하는 화소(1306b), 및 청색을 방출하는 화소(1306c)가 분리되어 형성된다.

적색을 방출하는 화소(1306a)가 먼저 형성된다. 적색을 방출하는 화소(1306a)는 금속 마스크를 이용하여 Alq₃ 및 DCM의 공동 증착을 통해 30 내지 60 nm의 두께를 갖는 막을 형성하여 얻어진다.

다음에는 녹색을 방출하는 화소(1306b)가 형성된다. 녹색을 방출하는 화소(1306b)는 금속 마스크를 이용하여 Alq₃의 증착을 통해 30 내지 60 nm의 두께를 갖는 막을 형성하여 얻어진다.

다음에는 청색을 방출하는 화소(1306c)가 형성된다. 청색을 방출하는 화소(1306c)는 금속 마스크를 이용하여 BCP의 증착을 통해 30 내지 60 nm의 두께로 막을 형성하여 얻어진다. 이때, Alq₃ 막은 BCP 막에 적층될 수 있다.

또한, 본 실시예에서는 혼합층이 유기층 사이에 형성된다. 특히, 제 1 혼합층은 제 1 유기 화합물층과 제 2 유기 화합물층 사이의 인터페이스에 형성되고, 제 2 혼합층은 제 2 유기 화합물층과 제 3 유기 화합물층 사이의 인터페이스에 형성된다. 혼합층은 실시예 모드에 도시된 방법에 의해 형성될 수 있다.

다른 칼리의 빛을 방출하는 유기 발광 소자는 상기 단계를 통해 얻어진다. 이들 유기 화합물층은 뱅크(1303a, 1303b)에 의해 정의된 그로브(groove)를 따라 형성되므로, 층들은 도면에 수직 방향으로 스트라이프 패턴을 형성하도록 배열된다.

이후에, 도 11에는 도시되지 않지만, 다수의 스트립의 음극(1307)이 수직으로 양극(1302)과 교차하는 스트라이프 패턴을 형성하도록 길이 방향으로 설정된 도면에 평행한 방향으로 배열된다. 본 실시예에서는 음극(1307)이 증착에 의해 MgAg로부터 형성된다. 도시되지는 않았지만, 배선은 후속 FPC가 부착되는 부분에 이르도록 음극(1307)에서 이어지므로, 소정의 전압이 음극에 인가된다.

음극(1307)이 형성된 이후에는 절화실리콘막이 비활성막(도시되지 않은)으로서 형성될 수 있다.

유기 발광 소자는 상술된 방식으로 기판(1301)에 형성된다. 본 실시예에서, 하단 전극은 광투과 양극으로 동작하므로, 유기 화합물층에 의해 발생된 빛은 아래 방향으로(기판(1301) 쪽으로) 조사된다. 그러나, 유기 발광 소자는 반대 구조를 가질 수 있어, 하단 전극이 광차폐 음극으로 동작할 수 있다. 이 경우, 유기 화합물층에 의해 발생된 빛은 위쪽 방향으로(기판(1301)의 반대쪽 쪽으로) 조사된다.

다음에는 세라믹 기판이 커버 멤버(1308)로 준비된다. 본 실시예의 구조에서, 커버 멤버는 광투과될 필요가 없으므로, 세라믹 기판이 이용된다. 유기 발광 소자가 상술된 바와 같이 역구조를 가질 때, 커버 멤버가 광투과성인 것이 바람직하므로, 플라스틱 또는 유리 기판이 이용된다.

이와 같이 준비된 커버 멤버(1308)는 UV-경화 수지로 형성된 밀봉 멤버(1310)에 의해 결합된다. 밀폐 공간(1309)은 밀봉 멤버(1310) 내부에 제공되고, 질소나 아르곤과 같은 불활성 기체로 채워진다. 또한, 이 밀폐 공간(1309)에는 흡습제, 바람직하게 산화비료를 놓는 것이 바람직하다. 마지막으로, 이방성막(FPC)(1311)이 부착되어, 수동적 발광 디바이스를 완성한다.

본 실시예는 본 발명에서 설명된 유기 발광 소자에 대한 소자 구조를 자유롭게 조합하여 형성될 수 있다.

[실시예 13]

본 실시예는 본 발명에서 설명된 유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스의 한 예로 수동 매트릭스 발광 디바이스를 도시한다. 도 29a는 상면도이고, 도 29b는 도 29a의 선 P-P'를 따라 취해진 단면도이다.

도 29a에서, (13701)은 여기서 플라스틱 재료로 형성된 기판을 나타낸다. 이용될 수 있는 플라스틱 재료는 폴리아미드, 폴리이미드, 아크릴 수지, 에폭시 수지(epoxy resin), PES(polyethylene sulfide), PC(polycarbonate), PET(polyethylene terephthalate), 또는 PEN(polyethylene naphthalate)의 플레이트

또는 막이다.

(11702)는 산화도전막으로부터 형성된 주사선들(양극들)을 나타낸다. 본 실시예에서, 산화도전막은 산화 알루미늄으로 산화아연을 도핑하여 얻어진다. (11703)은 본 실시예에서 금속막, 비스무트(bismuth)막으로부터 형성된 데이터션(음극)을 나타낸다. (11704)는 아크릴 수지로 형성된 뱅크를 나타낸다. 뱅크는 데이터션(11703)을 서로 분리하는 분할벽으로 동작한다. 주사선(11702) 및 데이터션(11703)은 각각 스트라이프 패턴을 형성하고, 그 패턴은 수직으로 서로 교차한다. 도 29a에 도시되지 않았지만, 유기 화합물막은 주사선(11702)과 데이터션(11703) 사이에 샌드위치형으로 위치하고, 교차 부분(11705)은 화소로 동작한다.

주사선(11702)과 데이터션(11703)은 TAB 테이프(11707)를 통해 외부 구동 회로에 연결된다. (11708)은 많은 주사선(11702)으로 구성된 배선 그룹을 나타낸다. (11709)는 데이터션(11703)에 연결된 많은 연결 배선(11706)으로 구성된 배선 그룹을 나타낸다. 비록 도시되지 않았지만, TAB 테이프(11707)는 IC에 TAB 테이프를 제공함으로써 구해지는 TCP로 대체될 수 있다.

도 29b에서, (11710)은 밀봉 멤버를 나타내고, (11711)은 밀봉 멤버(11710)로 플라스틱 멤버(11701)에 결합된 커버 멤버를 나타낸다. 밀봉 멤버(11710)로는 광경화 수지가 이용될 수 있다. 밀봉 멤버의 바람직한 재료는 기계 누설을 거의 허용하지 않고 습기를 거의 흡수하지 않는 것이다. 커버 멤버는 바람직하게 기판(11701)과 똑같은 재료로 구성되고, 유리(수정 유리를 포함하는) 또는 플라스틱이 이용될 수 있다. 여기서서는 커버 재료로 플라스틱 재료가 이용된다.

도 29c는 화소 영역(11712)의 구조를 확대한 도면이다. (11713)은 유기 화합물막을 나타낸다. 뱅크(11704)의 하단층은 상단층 보다 더 좁으므로, 뱅크는 데이터션(11703)을 서로 물리적으로 분리시킬 수 있다. 밀봉 멤버(11710)로 둘러싸인 화소부(11714)는 수지로 형성된 밀봉 멤버(11715)에 의해 외부 공기로부터 차단된다. 그래서, 유기 화합물막의 변형이 방지된다.

본 발명에 따라 상기와 같이 구성된 발광 디바이스에서는 화소부(11714)가 주사선(11702), 데이터션(11703), 뱅크(11704), 및 유기 화합물막(11713)으로 구성된다. 그러므로, 발광 디바이스는 매우 간단한 처리에 의해 제조될 수 있다.

본 실시예에 도시된 발광 디바이스의 디스플레이 표면(영상이 디스플레이되어 시청자에 의해 관찰되는 면)에 분극 플레이트가 제공될 수 있다. 분극 플레이트는 외부로부터 입사광의 반사를 감소시키는 효과들을 가지므로, 그에 의해 디스플레이면이 시청자에게 반사되어 도시되는 것을 방지한다. 일반적으로, 원형 분극 플레이트가 이용된다. 그러나, 유기 화합물막으로부터 방사되는 빛이 분극 플레이트에서 반사되어 뒤로 이동하는 것을 방지하기 위해 분극 플레이트가 굴절률을 조절하여 더 적은 내부 반사를 갖는 구조를 갖는 것이 바람직하다.

본 발명에 따른 유기 발광 소자는 본 실시예의 발광 디바이스에 포함되는 유기 발광 소자로 이용될 수 있다.

[실시예 14]

본 실시예는 완전-컬라(full-color) 발광 디바이스의 예를 도시한다. 본 실시예의 완전-컬라 발광 디바이스는 주요 빛의 빨라, 즉 적색, 녹색, 및 청색을 이용하여 다양한 컬러를 도시할 수 있는 디바이스를 형성한다.

완전-컬라 디스플레이를 구하는 가장 통상적인 방법은 종래의 섀도우 마스크(shadow mask) 기술을 이용하여 적색광을 방출하는 유기 발광 소자, 녹색광을 방출하는 유기 발광 소자, 및 청색광을 방출하는 유기 발광 소자를 분리하여 형성하는 것이다. 간략하게, 실시예 6 내지 8에 설명된 것과 같은 적색, 녹색, 및 청색 유기 발광 소자는 실시예 10, 11, 및 13에 설명된 것과 같은 발광 디바이스의 기판상에 형성된다.

완전-컬라 디스플레이를 구하는 또 다른 방법은 컬러 필터를 이용하는 것이다. 이 방법에서는 백색광을 방출하는 발광 소자가 도 30a에 도시된 바와 같이 컬러 필터를 갖는 기판에 형성된다. 기판에서는 컬러 필터가 패턴화되어 실시예 10, 11, 및 13에 도시된 바와 같은 회로가 형성된다. 본 발명에 따른 백색 발광 소자의 예는 도 30b에 도시된다.

또한, 컬러 변환 방법을 이용하여 완전-컬라 디스플레이를 구하는 것이 가능하다. 이 방법에서는 청색광을 방출하는 유기 발광 소자가 컬러 변환층을 갖는 기판상에 형성된다. 컬러 변환층은 흡수된 가시 광선의 파장 보다 더 긴 파장을 갖는 빛을 발하도록 가시 광선을 흡수하는 다른 재료 또는 형광 페인트의 막이다. 기판에서는 컬러 변환층이 패턴화되어 실시예 10, 11, 및 13에 도시된 것과 같은 회로가 형성된다. 본 발명에 따른 청색 발광 소자의 예는 도 31b에 도시된다.

그 이외의 통상적인 방법, 광표백에 의한 컬러 변환 방법은 적절한 재료가 선택된 경우 본 발명에 적용될 수 있다.

[실시예 15]

본 실시예는 디바이스를 모듈로 만들도록 실시예 13에 도시된 발광 디바이스에 프린트 배선 보드를 부착하는 예를 도시한다.

도 32a에 도시된 모듈에서, TAB 테이프(12004)는 기판(12001)(여기서는 화소부(12002) 및 배선(12003a, 12003b)을 포함하는)에 부착되고, 프린트 배선 모드(12005)는 TAB 테이프(12004)를 통해 기판에 부착된다.

프린트 배선 모드(12005)의 가능한 블록도는 도 32b에 도시된다. 프린트 배선 모드(12005)내에는 적어도 170 포트(입력 또는 출력 부분)(12006, 12009), 데이터 신호측 구동 회로(12007), 및 게이트 신호측 구동 회로(12008)로 동작하는 IC가 제공된다.

본 명세서에서, TAB 테이프를 표면 상에 화소부가 형성된 기판에 부착하고 구동 회로로 동작하는 프린트 배선 보드를 상기와 같이 TAB 테이프를 통해 기판에 부착하여 구성된 모듈은 특히 외부 구동 회로를 갖는

모듈이라 칭하여진다.

본 발명에서 설명된 유기 발광 소자는 본 실시예의 발광 디바이스에 포함된 유기 발광 소자로 이용될 수 있다.

[실시예 16]

본 실시예는 디바이스를 모듈로 만들도록 실시예 10, 11, 또는 13에 도시된 발광 디바이스에 프린트 배선 보드를 부착하는 예를 도시한다.

도 33a에 도시된 모듈에서, TAB 테이프(12105)는 기판(12101)(여기서는 화소부(12102), 데이터 신호측 구동 회로(12103), 게이트 신호측 구동 회로(13104), 및 배선(12103a, 12103b)을 포함하는)에 부착되고, 프린트 배선 보드(12106)는 TAB 테이프(12105)를 통해 기판에 부착된다. 프린트 배선 보드(12106)의 기능적 블록도는 도 33b에 도시된다.

도 33b에 도시된 바와 같이, 프린트 배선 보드(12106)내에는 적어도 I/O 포트(12107, 12110) 및 제어 유닛(12108)으로 동작하는 IC가 제공된다. 메모리 유닛(12109)은 여기서 제공되지 않지만, 항상 필수적인 것은 아니다. 제어 유닛(12108)은 구동 회로를 제어하고 영상 데이터의 정정을 위한 기능을 갖는다.

본 명세서에서, 제어기로 동작하는 프린트 배선 보드를 유기 발광 소자가 상기와 같이 형성된 기판에 부착하여 구성된 모듈은 특히 외부 제어기를 갖춘 모듈이라 칭하여진다.

본 발명에서 설명된 유기 발광 소자는 본 실시예의 발광 디바이스에 포함된 유기 발광 소자로 이용될 수 있다.

[실시예 17]

본 실시예는 디지털 시간 그레이 스케일(gray scale) 디스플레이에 따라 유기 발광 소자가 구동되는 발광 디바이스의 예를 도시한다. 본 발명의 발광 디바이스는 디지털 시간 그레이 스케일 디스플레이로 균일한 영상을 제공하므로, 유용하다.

도 34a는 유기 발광 소자를 이용하는 화소의 회로 구조를 도시한다. Tr은 트랜지스터를 나타내고, Cs는 저장 캐패시터를 나타낸다. 이 회로에서는 게이트선이 선택될 때, 전류가 Tr1에서 소스선으로 흐르고, 그 신호에 대응하는 전압은 Cs에 축적된다. 이어서 Tr2의 게이트-소스 전압(V_{gs})에 의해 제어된 전류가 Tr2 및 유기 발광 소자로 흐른다.

Tr1이 선택된 이후에, Tr1은 OFF 상태로 되어 Cs의 전압(V_{gs})을 유지한다. 따라서, 전류는 V_{gs} 에 의존하는 양으로 계속하여 흐른다.

도 34b는 디지털 시간 그레이 스케일 디스플레이에 따라 이 회로를 구동하는 차트를 도시한다. 디지털 시간 그레이 스케일 디스플레이에서, 한 프레임은 다수의 서브-프레임으로 나뉜다. 도 34b는 한 프레임이 6개 서브-프레임으로 나뉜 6 비트 그레이 스케일을 도시한다. 이 경우, 서브-프레임의 발광 주기는 32:16:8:4:2:1이다.

도 32c는 본 실시예에서 TFT 기판의 구동 회로를 도시한다. 게이트 드라이버 및 소스 드라이버는 똑같은 기판에 제공된다. 본 실시예에서, 화소 회로 및 드라이버는 디지털적으로 구동되도록 설계된다. 따라서, TFT 특성의 변동은 디바이스에 영향을 주지 않고, 디바이스는 균일한 영상을 디스플레이할 수 있다.

[실시예 18]

유기 발광 소자를 이용하고 자체적으로 빛을 방출하는 발광 디바이스는 액정 디스플레이 디바이스 보다 더 나은 밝은 곳에서의 가시성 및 더 넓은 시형각을 갖는다. 그러므로, 발광 디바이스는 다양한 전자 제품의 디스플레이 유닛에 이용될 수 있다.

본 발명에 따라 제조된 발광 디바이스를 이용하는 전자 제품의 예로는 비디오 카메라, 디지털 카메라, 고정형 디스플레이(머리 설치 디스플레이), 네비게이션(navigation) 시스템, 오디오 재생 디바이스(자동차 오디오 및 오디오 컴포넌트와 같은), 노트북 컴퓨터, 게임기, 휴대용 정보 단자(이동 컴퓨터, 휴대폰, 휴대용 게임기, 및 전자 서적과 같은), 및 기록 매체를 갖춘 영상 시간 디바이스(특정하게 디지털 비디오 디스크(DVD)와 같은 기록 매체에서 데이터를 재생할 수 있는 디스플레이 디바이스를 갖춘 디바이스)가 제공된다. 넓은 시형각은 그 화면이 때로 볼 때 기울어지기 때문에 휴대용 정보 단자에 대해 특히 중요하다. 그러므로, 휴대용 정보 단자는 유기 발광 소자를 이용하여 발광 디바이스를 구성하는 것이 바람직하다. 이들 전자 제품의 특정예는 도 12a 내지 도 12h에 도시된다.

도 12a는 디스플레이 디바이스를 도시하고, 이는 케이스(2001), 지지 베이스(2002), 디스플레이 유닛(2003), 스피커 유닛(2004), 비디오 입력 단자(2005) 등으로 구성된다. 본 발명에 따라 제조된 발광 디바이스는 디스플레이 유닛(2003)에 적용될 수 있다. 유기 발광 소자를 갖는 발광 디바이스가 자체적으로 빛을 발하므로, 디바이스는 백 라이트(back light)를 필요로 하지 않고, 액정 디스플레이 디바이스 보다 더 얇은 디스플레이 유닛을 만들 수 있다. 디스플레이 디바이스는 개인용 컴퓨터, TV 방송 수신, 및 광고에 대한 것을 포함하여 정보를 디스플레이하기 위한 디스플레이 디바이스를 칭한다.

도 12b는 디지털 장치 카메라를 도시하고, 이는 메인 본체(2101), 디스플레이 유닛(2102), 영상 수신 유닛(2103), 동작 키(2104), 외부 연결 단자(2105), 셔터(2106) 등으로 구성된다. 본 발명에 따라 제조된 발광 디바이스는 디스플레이 유닛(2102)에 적용될 수 있다.

도 12c는 노트북 개인용 컴퓨터를 도시하고, 이는 메인 본체(2201), 케이스(2202), 디스플레이 유닛(2203), 키보드(2204), 외부 연결 단자(2205), 지시 마우스(2206) 등으로 구성된다. 본 발명에 따라 제조된 발광 디바이스는 디스플레이 유닛(2203)에 적용될 수 있다.

도 12d는 이동 컴퓨터를 도시하고, 이는 메인 본체(2301), 디스플레이 유닛(2302), 스위치(2303), 동작 키(2304), 적외선 포트(2305) 등으로 구성된다. 본 발명에 따라 제조된 발광 디바이스는 디스플레이 유닛(2302)에 적용될 수 있다.

도 12e는 기록 매체를 갖춘 휴대용 영상 재생 디바이스를 도시한다. 디바이스는 메인 본체(2401), 케이스(2402), 디스플레이 유닛 A(2403), 디스플레이 유닛 B(2404), 기록 매체(DVD 등과 같은) 편독 유닛(2405), 동작키(2406), 스피커 유닛(2407) 등으로 구성된다. 디스플레이 유닛 A(2403)은 주로 영상 정보를 디스플레이하고, 디스플레이 유닛 B(2404)은 주로 텍스트 정보를 디스플레이한다. 본 발명에 따라 제조된 발광 디바이스는 디스플레이 유닛 A(2403, 2404)에 적용될 수 있다. 기록 매체를 갖춘 영상 재생 디바이스도 또한 가정용 비디오 게임기를 포함한다.

도 12f는 고정형 디스플레이(머리 설치 디스플레이)를 도시하고, 이는 메인 본체(2501), 디스플레이 유닛(2502), 및 지지대(arm) 유닛(2503)으로 구성된다. 본 발명에 따라 제조된 발광 디바이스는 디스플레이 유닛(2502)에 적용될 수 있다.

도 12g는 비디오 카메라를 도시하고, 이는 메인 본체(2601), 디스플레이 유닛(2602), 케이스(2603), 외부 연결 부분(2604), 원격 제어 수신 유닛(2605), 영상 수신 유닛(2606), 배터리(2607), 오디오 입력 유닛(2608), 동작 키(2609) 등으로 구성된다. 본 발명에 따라 제조된 발광 디바이스는 디스플레이 유닛(2602)에 적용될 수 있다.

도 12h는 휴대폰을 도시하고, 메인 본체(2701), 케이스(2702), 디스플레이 유닛(2703), 오디오 입력 유닛(2704), 오디오 출력 유닛(2705), 동작 키(2706), 외부 연결 포트(2707), 안테나(2708) 등으로 구성된다. 본 발명에 따라 제조된 발광 디바이스는 디스플레이 유닛(2703)에 적용될 수 있다. 디스플레이 유닛(2703)이 흑색 배경에 백색 글자를 디스플레이하면, 휴대폰은 전력을 덜 소모한다.

유기 재료로부터 방출되는 빛의 휘도가 미래에 상승되면, 발광 디바이스는 렌즈 등을 통해 영상 정보를 포함하는 출력광을 확대하여 그 빛을 투사시킴으로써 전방 또는 후방 프로젝터 형태로 이용될 수 있다.

전자 제품은 이제 인터넷 및 CATV(cable television)와 같은 전자 통신선을 통해 전달된 주파수 정보, 특정하게 애니메이션 정보를 증가시켜 디스플레이 된다. 유기 재료가 매우 빠른 응답 속도를 가지므로, 발광 디바이스는 애니메이션 디스플레이에 적절하다.

발광 디바이스에서는 발광 부분이 전력을 소비하므로, 발광 부분을 덜 요구하는 방식으로 정보를 디스플레이하는 것이 바람직하다. 발광 디바이스를 휴대용 정보 단자, 특정하게 주로 텍스트 정보를 디스플레이하는 휴대폰 및 오디오 재생 디바이스의 디스플레이 유닛에 이용할 때, 발광 부분이 배경을 형성하고 발광 부분이 텍스트 정보를 형성하도록 디바이스를 구성하는 것이 바람직하다.

상술된 바와 같이, 본 발명에 따라 제조된 발광 디바이스의 응용 범위는 너무 넓어서 임의의 분야의 전자 제품에 적용될 수 있다. 본 실시예의 전자 제품은 본 발명에서 설명된 유기 발광 디바이스를 갖는 임의의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛으로 이용할 수 있다.

[실시예 9]

상기 실시예에서 설명된 본 발명의 발광 디바이스는 낮은 전력 소모 및 긴 수명의 이점을 갖는다. 따라서, 이들 발광 디바이스를 디스플레이 유닛으로 포함하는 전자 제품은 종래의 것 보다 더 적은 전력을 소모하여 동작할 수 있으므로, 오래 간다. 그 이점은 저전력 소모가 직접적으로 편의성을 제공하기 때문에(배터리가 더 오래 지속됨) 전력원으로 배터리를 이용하는 전자 제품에 특히 매우 유용하다.

발광 디바이스는 자체적으로 빛을 발하여, 액정 디스플레이와 같은 백 라이트의 필요성을 제거하고, 두께가 1 μm 이하인 유기 화합물막을 갖는다. 그러므로, 발광 디바이스는 얇아지고 가벼워질 수 있다. 그에 따라, 발광 디바이스를 디스플레이 유닛으로 포함하는 전자 제품은 종래의 것 보다 더 얇고 가볍다. 이는 또한 직접적으로 편의성을 제공하여(운반할 때 가볍고 간편함), 휴대용 장비 및 다른 전자 제품에 특히 유용하다. 또한, 얇은 것(부피가 작은 것)은 당연히 수송(많은 수의 제품이 대량으로 수송될 수 있다) 및 설치(공간 절약) 면에서 모든 전자 제품에 유용하다.

자체적으로 빛을 발하므로, 발광 디바이스는 액정 디스플레이 디바이스 보다 밝은 위치에서 더 나은 가시성을 갖고 넓은 시정각을 갖는 것으로 특징지어진다. 그러므로, 발광 디바이스를 디스플레이 유닛으로 포함하는 전자 제품은 시청 디스플레이의 편의성에 대해서도 또한 유리하다.

요약하면, 본 발명의 발광 디바이스를 이용하는 전자 제품은 종래 유기 발광 소자의 이점, 즉 밝음/가벼움, 및 높은 가시성의 이점에 부가하여, 저전력 소모 및 수명 연장의 새로운 특성을 가지므로, 매우 유용하다.

본 실시예는 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛으로 포함하는 전자 제품의 예를 도시한다. 특정한 예는 도 35a 내지 도 36b에 도시된다. 본 실시예의 전자 제품에 포함된 유기 발광 소자는 본 발명에 따른 소자가 될 수 있다. 본 실시예의 전자 제품에 포함된 발광 디바이스는 도 24a 내지 도 34c에 설명된 임의의 구성이 될 수 있다.

도 35a는 유기 발광 소자를 이용하는 디스플레이 디바이스를 도시한다. 디스플레이는 케이스(12301a), 지지 베이스(12302a), 및 디스플레이 유닛(12303a)을 포함한다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(12303a)으로 이용함으로써, 디스플레이는 얇고 가벼울 뿐만 아니라 오래 간다. 따라서, 수송이 간편하고, 설치시 공간이 절약되고, 수명이 연장된다.

도 35b는 비디오 카메라를 도시하고, 이는 메인 본체(12301b), 디스플레이 유닛(12302b), 오디오 입력 유닛(12303b), 동작 스위치(12304b), 배터리(12305b), 및 영상 수신 유닛(12306b)으로 구성된다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(12302b)으로 이용함으로써, 비디오 카메라는 얇고 가벼워질 수 있고, 전력을 덜 소모한다. 따라서, 배터리 소모가 감소되고 비디오 카메라의 운반이 덜 불편하다.

도 35c는 디지털 카메라를 도시하고, 메인 본체(12301c), 디스플레이 유닛(12302c), 집안 유닛(12304c), 및 동작 스위치(12304c)로 구성된다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(12302c)으로 이용함으로써, 디지털 카메라는 얇고 가벼워질 수 있고, 전력을 덜 소모한다. 따라서, 배터리 소모가 감소되고 디지털 카메라의 운반이 덜 불편하다.

도 35d는 기록 매체를 갖춘 영상 재생 디바이스를 도시한다. 디바이스는 메인 본체(12301d), 기록 매체(CD, LD, 또는 DVD와 같은)(12302d), 동작 스위치(12303d), 디스플레이 유닛(A)(12304d), 및 디스플레이 유닛(B)(12305d)으로 구성된다. 디스플레이 유닛(A)(12304d)은 주로 영상 정보를 디스플레이하고, 디스플레이 유닛(B)(12305d)은 주로 텍스트 정보를 디스플레이한다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(A)(12304d) 및 디스플레이 유닛(B)(12305d)으로 이용함으로써, 영상 재생 디바이스는 전력을 덜 소모하고, 얇고 가벼워질 수 있을 뿐만 아니라 오래 간다. 재생 매체를 갖춘 영상 재생 디바이스는 또한 CD 플레이어 및 게임기를 포함한다.

도 35e는 휴대용 미동 컴퓨터를 도시하고, 이는 메인 본체(12301e), 디스플레이 유닛(12302e), 영상 수신 유닛(12303e), 스위치(12304e), 및 메모리 슬롯(12305e)으로 구성된다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(12302e)으로 이용함으로써, 휴대용 컴퓨터는 얇고 가벼워질 수 있고, 전력을 덜 소모한다. 따라서, 배터리 소모가 감소되고, 컴퓨터의 운반이 덜 불편하다. 휴대용 컴퓨터는 비휘발성 메모리를 집적하여 얻어진 기록 매체 또는 플래쉬 메모리(flash memory)에 정보를 저장할 수 있고, 저장된 정보를 재생할 수 있다.

도 35f는 개인용 컴퓨터를 도시하고, 이는 메인 본체(12301f), 키보드(12302f), 디스플레이 유닛(12303f), 및 키보드(12304f)로 구성된다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(12303f)으로 이용함으로써, 개인용 컴퓨터는 얇고 가벼워질 수 있고, 전력을 덜 소모한다. 발광 디바이스는 배터리 소모 및 경량 면에서 운반되는 노트북 개인용 컴퓨터나 다른 개인용 컴퓨터에 특히 많은 장점을 갖는다.

이들 전자 제품들은 이제 인터넷과 같은 전자 통신선 및 무선파와 같은 무선 통신을 통해 전달된 주파수 정보, 특히 애니메이션 정보를 증가시켜 디스플레이한다. 유기 발광 소자가 매우 빠른 응답 속도를 가지므로, 발광 디바이스는 애니메이션 디스플레이에 적절하다.

도 36a는 휴대폰을 도시하고, 이는 메인 본체(12401a), 오디오 출력 유닛(12402a), 오디오 입력 유닛(12403a), 디스플레이 유닛(12404a), 동작 스위치(12405a), 및 안테나(12406a)로 구성된다. 디스플레이 유닛(12404a)으로 본 발명의 발광 디바이스를 이용함으로써, 휴대폰은 얇고 가벼워질 수 있고, 전력을 덜 소모한다. 따라서, 배터리 소모가 감소되고, 휴대폰의 휴대가 편리하고, 메인 본체가 간결하다.

도 36b는 오디오(특정하게, 자동차 오디오)를 도시하고, 이는 메인 본체(12401b), 디스플레이 유닛(12402b), 및 동작 스위치(12403b, 12404b)로 구성된다. 본 발명의 발광 디바이스를 디스플레이 유닛(12402b)으로 이용함으로써, 오디오는 얇고 가벼워질 수 있고, 전력을 덜 소모한다. 본 실시예에서는 비록 자동차 오디오가 한 예로 취해졌지만, 오디오는 가정용 오디오가 될 수 있다.

주위의 밝기를 측정하는 수단으로 전자 제품에 광센서를 제공하여 전자 제품이 이용되는 경우, 도 35a 내지 도 36b에 도시된 전자 제품에는 주위의 밝기에 따라 조사된 빛의 휘도를 변조시키는 기능이 주어지는 것이 효과적이다. 이용자는 주위 밝기에 대한 조사된 휘도의 대조 비율이 100 내지 150인 경우 어려움 없이 영상 또는 텍스트 정보를 인식할 수 있다. 이 기능으로, 영상의 휘도는 주위가 밝을 때 더 나은 시형을 위해 상승될 수 있고, 주위가 어두울 때 전력 소모를 줄이도록 낮추어질 수 있다.

본 발명의 발광 디바이스를 광원으로 이용하는 다양한 전자 제품은 또한 얇고 가볍고, 전력을 덜 소모하도록 동작할 수 있으므로, 전자 제품들을 매우 유용하게 만든다. 전후 라이트와 같은 액정 디스플레이 디바이스의 광원 또는 고정 광원은 통상적으로 본 발명의 발광 디바이스의 통상적인 용도를 광원으로 한다.

본 실시예에 따라 도 35a 내지 도 36b에 도시된 전자 제품의 디스플레이 유닛으로 액정 디스플레이가 이용될 때, 이들 액정 디스플레이가 전후 라이트로 본 발명의 발광 디바이스를 이용하는 경우, 전자 제품은 얇고 가벼워질 수 있고, 전력을 덜 소모한다.

[실시예 20]

본 실시예에서는 활성 매트릭스형 정전류 구동 회로의 예가 설명되고, 이는 본 발명의 유기 발광 소자에 정전류(constant current)를 흐르게 함으로써 구동된다. 회로 구조는 도 37에 도시된다.

도 37에 도시된 회로(1810)는 신호선 Si, 제 1 주사선 Gi, 제 2 주사선 Pj, 및 전력 소스선 Vi를 갖는다. 부가하여, 회로(1810)는 Tr1, Tr2, Tr3, Tr4, 혼합 접합형의 유기 발광 소자(1811), 및 보유 캐패시터(1812)를 갖는다.

Tr3 및 Tr4의 게이트는 모두 제 1 주사선 Gi에 연결된다. Tr3의 소스 및 드레인에 대해, 하나는 신호선 Si에 연결되고, 다른 것은 Tr2의 소스에 연결된다. 또한, Tr4의 소스 및 드레인에서, 하나는 Tr2의 소스에 연결되고, 다른 것은 Tr1의 게이트에 연결된다. 그래서, Tr3의 소스 및 드레인 중 어느 하나와 Tr4의 소스 또는 드레인 중 어느 하나가 서로 연결된다.

Tr1의 소스는 전력 소스선 Vi와 연결되고, 드레인은 Tr2의 소스와 연결된다. Tr2의 게이트는 제 2 주사선 Pj에 연결된다. 또한, Tr2의 드레인은 유기 발광 소자(1811)의 화소 전극과 연결된다. 유기 발광 소자(1811)는 화소 전극, 카운터 전극, 및 화소 전극과 카운터 전극 사이에 제공된 유기 발광 소자를 갖는다. 유기 발광 소자(1811)의 카운터 전극에는 발광 패널의 외부에 제공되는 전원으로 일정 전압이 인가된다.

Tr3 및 Tr4는 n-채널형 TFT 및 p-채널형 TFT 모두를 채택할 수 있다. 그러나, Tr3 및 Tr4의 극성은 똑같다. 또한, Tr1도 n-채널형 TFT 및 p-채널형 TFT를 모두 채택할 수 있다. Tr2도 n-채널형 TFT 및 p-채널형 TFT를 모두 채택할 수 있다. 극성에 대해, 발광 전극의 화소 전극 및 카운터 전극의 경우, 하나는 양

극이고 다른 하나는 음극이다. Tr2가 n-채널형 TFT인 경우, 음극을 화소 전극으로 이용하고 양극을 카운터 전극으로 이용하는 것이 바람직하다.

보유 캐패시터(retention capacitor)(1812)는 Tr1의 게이트와 소스 사이에 형성된다. 보유 캐패시터(1812)는 Tr1의 게이트와 소스 사이에서 보다 특장하게 전압(V_{gs})을 유지하도록 제공된다. 그러나, 항상 제공될 필요는 없다.

도 37에 도시된 화소에서, 신호선 S1에 공급되는 전류는 신호선 구동 회로의 전류원에서 제어된다.

상술된 회로 구조를 적용함으로써, 정전류 구동이 실현될 수 있고, 그에 의해 유기 발광 소자에 일정한 전류를 흐르게 함으로써 밝기가 유지될 수 있다. 본 발명의 혼합 영역을 갖는 유기 발광 소자는 이전의 유기 발광 소자 보다 더 긴 수명을 갖는다. 그 유기 발광 소자는 상술된 정전류 구동을 실시함으로써 더 긴 수명이 실현될 수 있기 때문에 효과적이다.

상술된 바와 같이, 본 발명은 인터페이스에 한 유기층을 구성하는 유기 화합물 및 다른 유기층을 구성하는 유기 화합물로 형성된 혼합층을 배치함으로써, 적층 구조를 갖는 유기 화합물층에서 유기층 사이의 인터페이스의 에너지 장벽을 낮출 수 있다. 이는 유기층 사이의 캐리어 주입을 개선하므로, 낮은 구동 전압 및 긴 수명을 갖는 유기 발광 소자가 얻어질 수 있다.

또한, 본 발명을 실행함으로써, 전력을 덜 소모하고 더 긴 수명을 갖는 발광 디바이스가 얻어질 수 있다. 또한, 이 발광 디바이스를 광원 또는 디스플레이 유닛으로 이용하면, 전력을 덜 소모하고 더 오래 지속되는(발광 디바이스가 광원으로 이용되는 경우, 밝게 유지되는) 전자 제품을 만들게 된다.

발광의 효과

종래에 이용되었던 적층 구조의 이점(캐리어(carrier) 차단 기능 또는 기능 분리)를 이용하면서 유기층 사이에 에너지 장벽을 낮춤으로써 종래보다 구동 전압을 낮추고 수명이 연장된 유기 발광 소자를 제공하고, 이 유기 발광 소자를 이용함으로써 종래보다 구동 전압을 낮추고 수명이 연장된 발광 디바이스를 제공한다. 이 발광 디바이스를 이용하여 제조함으로써 종래 기술과 비교해 더 적은 전력을 소모하고 더 긴 시간 동안 지속되는 전자 제품을 제공한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

적어도 유기 발광 소자(organic light emitting element)를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

제 1 유기 화합물을 포함하는 제 1 층; 및

상기 제 1 유기 화합물과 다른 제 2 유기 화합물을 포함하는 제 2 층을 포함하고,

상기 제 1 층과 상기 제 2 층 사이에 상기 제 1 유기 화합물 및 상기 제 2 유기 화합물을 포함하는 영역이 있는 발광 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 영역내의 상기 제 1 유기 화합물의 농도는 상기 제 1 층에서 상기 제 2 층을 향해 감소되는, 발광 디바이스.

청구항 3

적어도 유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

제 1 유기 화합물을 포함하는 제 1 층; 및

상기 제 1 유기 화합물과 다른 제 2 유기 화합물을 포함하는 제 2 층을 포함하고,

상기 제 1 층과 상기 제 2 층 사이에 상기 제 1 유기 화합물 및 상기 제 2 유기 화합물을 포함하는 혼합층이 있는, 발광 디바이스.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 혼합층에서 상기 제 1 유기 화합물의 농도는 상기 제 1 층에서 상기 제 2 층을 향해 감소되는, 발광 디바이스.

청구항 5

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

양극(anode)과 접촉하며 제 1 유기 화합물을 포함하는 홀(hole) 주입층; 및

제 2 유기 화합물을 포함하는 홀 수송층을 포함하고,

상기 홀 주입층과 상기 홀 수송층 사이에 상기 제 1 유기 화합물 및 상기 제 2 유기 화합물을 포함하는 영역이 있는 발광 디바이스.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 영역내의 상기 제 1 유기 화합물의 농도는 상기 홀 주입층에서 상기 홀 수송층을 향해 감소되는, 발광 디바이스.

청구항 7

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

음극과 접촉하며 제 1 유기 화합물을 포함하는 홀 주입층; 및

제 2 유기 화합물을 포함하는 홀 수송층을 포함하고,

상기 홀 주입층과 상기 홀 수송층 사이에 상기 제 1 유기 화합물 및 제 2 유기 화합물을 포함하는 혼합층이 있는, 발광 디바이스.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 혼합층내의 상기 제 1 유기 화합물의 농도는 상기 홀 주입층에서 상기 홀 수송층을 향해 감소되는, 발광 디바이스.

청구항 9

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

음극(cathode)과 접촉하며 제 1 유기 화합물을 포함하는 전자 주입층; 및

제 2 유기 화합물을 포함하는 전자 수송층을 포함하고,

상기 전자 주입층과 상기 전자 수송층사이에 상기 제 1 유기 화합물 및 상기 제 2 유기 화합물을 포함하는 영역이 있는, 발광 디바이스.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 영역내의 상기 제 1 유기 화합물의 농도는 상기 전자 주입층에서 상기 전자 수송층을 향해 감소되는, 발광 디바이스.

청구항 11

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

음극과 접촉하며 제 1 유기 화합물을 포함하는 전자 주입층; 및

제 2 유기 화합물을 포함하는 전자 수송층을 포함하고,

상기 전자 주입층과 상기 전자 수송층사이에 상기 제 1 유기 화합물 및 상기 제 2 유기 화합물을 포함하는 혼합층이 있는, 발광 디바이스.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 혼합층내의 상기 제 1 유기 화합물의 농도는 상기 전자 주입층에서 상기 전자 수송층을 향해 감소되는, 발광 디바이스.

청구항 13

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

제 1 유기 화합물을 포함하는 발광층; 및

제 2 유기 화합물을 포함하는 홀 수송층을 포함하고,

상기 발광층과 상기 홀 수송층사이에 상기 제 1 유기 화합물 및 상기 제 2 유기 화합물을 포함하는 영역이 있는, 발광 디바이스.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 영역내의 상기 제 1 유기 화합물의 농도는 상기 발광층에서 상기 홀 수송층을 향해 감소되는, 발광 디바이스.

청구항 15

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

제 1 유기 화합물을 포함하는 발광층; 및

제 2 유기 화합물을 포함하는 홀 수송층을 포함하고,

상기 발광층과 상기 홀 수송층사이에 상기 제 1 유기 화합물 및 상기 제 2 유기 화합물을 포함하는 혼합층이 있는, 발광 디바이스.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

혼합층내의 상기 제 1 유기 화합물의 농도는 상기 발광층에서 상기 홀 수송층을 향해 감소되는, 발광 디바이스.

청구항 17

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

제 1 유기 화합물을 포함하는 발광층; 및

제 2 유기 화합물을 포함하는 전자 수송층을 포함하고,

상기 발광층과 상기 전자 수송층 사이에 상기 제 1 유기 화합물 및 상기 제 2 유기 화합물을 포함하는 영역이 있는, 발광 디바이스.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 영역내의 상기 제 1 유기 화합물의 농도는 상기 발광층에서 상기 전자 수송층을 향해 감소되는, 발광 디바이스.

청구항 19

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

제 1 유기 화합물을 포함하는 발광층; 및

제 2 유기 화합물을 포함하는 전자 수송층을 포함하고,

상기 발광층과 상기 전자 수송층 사이에 상기 제 1 유기 화합물 및 상기 제 2 유기 화합물을 포함하는 혼합층이 있는, 발광 디바이스.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 혼합층내의 상기 제 1 유기 화합물의 농도는 상기 발광층에서 상기 전자 수송층을 향해 감소되는, 발광 디바이스.

청구항 21

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

제 1 유기 화합물을 포함하는 발광층;

제 2 유기 화합물을 포함하는 홀 수송층;

제 3 유기 화합물을 포함하는 전자 수송층;

상기 발광층과 상기 홀 수송층 사이에 상기 제 1 유기 화합물 및 상기 제 2 유기 화합물을 포함하는 제 1 영역; 및

상기 발광층과 상기 전자 수송층 사이에 상기 제 2 유기 화합물 및 상기 제 3 유기 화합물을 포함하는 제 2 영역을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 영역내의 상기 제 1 유기 화합물의 제 1 농도는 상기 발광층에서 상기 홀 수송층을 향해 감소되고,

상기 제 2 영역내의 상기 제 2 유기 화합물의 제 2 농도는 상기 발광층에서 상기 전자 수송층을 향해 감소되는, 발광 디바이스.

청구항 23

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

제 1 유기 화합물을 포함하는 발광층;

제 2 유기 화합물을 포함하는 홀 수송층;

제 3 유기 화합물을 포함하는 전자 수송층;

상기 발광층과 상기 홀 수송층 사이에 상기 제 1 유기 화합물 및 상기 제 2 유기 화합물을 포함하는 제 1

혼합층; 및

상기 발광층과 상기 전자 수송층 사이에 상기 제 2 유기 화합물 및 상기 제 3 유기 화합물을 포함하는 제 2 혼합층을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 혼합층내의 상기 제 1 유기 화합물의 제 1 농도는 상기 발광층에서 상기 홀 수송층을 향해 감소되고,

상기 제 2 혼합층내의 상기 제 2 유기 화합물의 제 2 농도는 상기 발광층에서 상기 전자 수송층을 향해 감소되는, 발광 디바이스.

청구항 25

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 유기 화합물의 최고 점유 분자 궤도(the highest occupied molecular orbital)와 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이는, 상기 제 2 유기 화합물의 최고 점유 분자 궤도와 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이보다 작고, 상기 제 3 유기 화합물의 최고 점유 분자 궤도와 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이보다 작은, 발광 디바이스.

청구항 26

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 유기 화합물의 최고 점유 분자 궤도와 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이는, 상기 제 2 유기 화합물의 최고 점유 분자 궤도와 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이보다 작고, 상기 제 3 유기 화합물의 최고 점유 분자 궤도와 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이보다 작은, 발광 디바이스.

청구항 27

제 21 항에 있어서,

상기 발광층은 호스트(host) 재료 및, 상기 호스트 재료보다 작은, 상기 최고 점유 분자 궤도와 상기 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이를 갖는 발광 재료를 포함하고,

상기 발광 재료의 최고 점유 분자 궤도와 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이는, 상기 제 2 유기 화합물의 최고 점유 분자 궤도와 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이보다 낮고, 상기 제 3 유기 재료의 최고 점유 분자 궤도와 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이보다 낮은, 발광 디바이스.

청구항 28

제 23 항에 있어서,

상기 발광층은 호스트 재료 및, 상기 호스트 재료 보다 작은, 최고 점유 분자 궤도와 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이를 갖는 발광 재료를 포함하고 있고,

상기 발광 재료의 최고 점유 분자 궤도와 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이는, 상기 제 2 유기 재료의 최고 점유 분자 궤도와 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이보다 낮고, 상기 제 3 유기 화합물의 최고 점유 분자 궤도와 최저 비점유 분자 궤도 사이의 에너지 차이보다 낮은, 발광 디바이스.

청구항 29

제 1 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태(triplet excitation state)로부터 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 30

제 3 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서부터 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 31

제 5 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서부터 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 32

제 7 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서부터 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 33

제 9 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 34

제 11 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 35

제 13 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 36

제 15 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 37

제 17 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 38

제 19 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 39

제 21 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 40

제 23 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 41

제 1 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 42

제 3 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 43

제 5 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 44

제 7 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 45

제 9 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 46

제 11 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 47

제 13 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 48

제 15 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 49

제 17 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 50

제 19 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 51

제 21 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품,

청구항 52

제 23 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품,

청구항 53

양극과 음극사이에 삽입된 유기 화합물막을 포함하는 유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 재료, 전자 수송 재료 및, 발광 재료를 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 영역, 제 1 혼합 영역, 발광 영역, 제 2 혼합 영역 및, 전자 수송 영역을 포함하고, 상기 영역들은 상기 홀 수송 영역이 상기 양극에 가장 가깝고 상기 전자 수송 영역이 상기 음극에 가장 가까운 순서로 접속되고,

상기 홀 수송 영역은 상기 홀 수송 재료를 포함하고, 상기 제 1 혼합 영역은 상기 홀 수송 재료 및 상기 발광 재료를 모두 포함하고, 상기 발광 영역은 상기 발광 재료를 포함하고, 상기 제 2 혼합 영역은 상기 전자 수송 재료 및 상기 발광 재료를 모두 포함하고, 상기 전자 수송 영역은 상기 전자 수송 재료를 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 54

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

양극과 음극 사이에 삽입된 유기 화합물막; 및

상기 양극과 접촉하는 홀 주입 영역을 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 재료, 전자 수송 재료 및, 발광 재료를 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 영역, 제 1 혼합 영역, 발광 영역, 제 2 혼합 영역 및, 전자 수송 영역을 포함하고, 상기 영역들은 상기 홀 수송 영역이 상기 양극에 가장 가깝고 상기 전자 수송 영역이 상기 음극에 가장 가까운 순서로 접속되고,

상기 홀 수송 영역은 상기 홀 수송 재료를 포함하고, 상기 제 1 혼합 영역은 상기 홀 수송 재료 및 상기 발광 재료를 모두 포함하고, 상기 발광 영역은 상기 발광 재료를 포함하고, 상기 제 2 혼합 영역은 상기 전자 수송 재료 및 상기 발광 재료를 모두 포함하고, 상기 전자 수송 영역은 상기 전자 수송 재료를 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 55

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

양극과 음극사이에 삽입된 유기 화합물막; 및

상기 음극과 접촉하는 전자 주입 영역을 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 재료, 전자 수송 재료 및, 발광 재료를 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 영역, 제 1 혼합 영역, 발광 영역, 제 2 혼합 영역 및, 전자 수송 영역을 포함하고, 상기 영역들은 상기 홀 수송 영역이 상기 양극에 가장 가깝고 상기 전자 수송 영역이 상기 음극에 가장 가까운 순서로 접속되고,

상기 홀 수송 영역은 상기 홀 수송 재료를 포함하고, 상기 제 1 혼합 영역은 상기 홀 수송 재료 및 상기 발광 재료를 모두 포함하고, 상기 발광 영역은 상기 발광 재료를 포함하고, 상기 제 2 혼합 영역은 상기 전자 수송 재료 및 상기 발광 재료를 모두 포함하고, 상기 전자 수송 영역은 상기 전자 수송 재료를 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 56

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

양극과 음극 사이에 삽입된 유기 화합물막;

상기 양극과 접촉하는 홀 주입 영역; 및

상기 음극과 접촉하는 전자 주입 영역을 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 재료, 전자 수송 재료 및, 발광 재료를 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 영역, 제 1 혼합 영역, 발광 영역, 제 2 혼합 영역 및, 전자 수송 영역을 포함하고, 상기 영역들은 상기 홀 수송 영역이 상기 양극에 가장 가깝고 상기 전자 수송 영역이 상기 음극에 가장 가까운 순서로 접속되고,

상기 홀 수송 영역은 상기 홀 수송 재료를 포함하고, 상기 제 1 혼합 영역은 상기 홀 수송 재료 및 상기 발광 재료를 모두 포함하고, 상기 발광 영역은 상기 발광 재료를 포함하고, 상기 제 2 혼합 영역은 상기 전자 수송 재료 및 상기 발광 재료를 모두 포함하고, 상기 전자 수송 영역은 상기 전자 수송 재료를 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 57

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

양극과 음극 사이에 삽입된 유기 화합물막을 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 재료, 전자 수송 재료, 발광 재료 및, 상기 발광 재료에 대한 호스트 재료를 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 영역, 제 1 혼합 영역, 발광 영역, 제 2 혼합 영역 및, 전자 수송 영역을 포함하고, 상기 영역들은 상기 홀 수송 영역이 상기 양극에 가장 가깝고, 상기 전자 수송 영역이 상기 음극에 가장 가까운 순서로 접속되고,

상기 홀 수송 영역은 상기 홀 수송 재료를 포함하고, 상기 제 1 혼합 영역은 상기 홀 수송 재료 및 상기 호스트 재료를 모두 포함하고, 상기 발광 영역은 상기 발광 재료로 도핑된 호스트 재료를 포함하고, 상기 제 2 혼합 영역은 상기 전자 수송 재료 및 상기 호스트 재료를 모두 포함하고, 상기 전자 수송 영역은 상기 전자 수송 재료를 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 58

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

양극과 음극 사이에 삽입된 유기 화합물막; 및

상기 양극과 접촉하는 홀 주입 영역을 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 재료, 전자 수송 재료, 발광 재료 및, 상기 발광 재료에 대한 호스트 재료를 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 영역, 제 1 혼합 영역, 발광 영역, 제 2 혼합 영역 및, 전자 수송 영역을 포함하고, 상기 영역들은 상기 홀 수송 영역이 상기 양극에 가장 가깝고, 상기 전자 수송 영역이 상기 음극에 가장 가까운 순서로 접속되고,

상기 홀 수송 영역은 홀 수송 재료를 포함하고, 상기 제 1 혼합 영역은 상기 홀 수송 재료 및 상기 호스트 재료를 모두 포함하고, 상기 발광 영역은 상기 발광 재료로 도핑된 호스트 재료를 포함하고, 상기 제 2 혼합 영역은 상기 전자 수송 재료 및 상기 호스트 재료를 모두 포함하고, 상기 전자 수송 영역은 상기 전자 수송 재료를 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 59

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

양극과 음극 사이에 삽입된 유기 화합물막; 및

상기 음극과 접촉하는 전자 주입 영역을 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 재료, 전자 수송 재료, 발광 재료 및, 상기 발광 재료에 대한 호스트 재료를 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 영역, 제 1 혼합 영역, 발광 영역, 제 2 혼합 영역 및, 전자 수송 영역을 포함하고, 상기 영역들은 상기 홀 수송 영역이 상기 양극에 가장 가깝고, 상기 전자 수송 영역이 상기 음극에 가장 가까운 순서로 접속되고,

상기 홀 수송 영역은 상기 홀 수송 재료를 포함하고, 상기 제 1 혼합 영역은 상기 홀 수송 재료 및 상기 호스트 재료를 모두 포함하고, 상기 발광 영역은 상기 발광 재료로 도핑된 호스트 재료를 포함하고, 상기 제 2 혼합 영역은 상기 전자 수송 재료 및 상기 호스트 재료를 모두 포함하고, 상기 전자 수송 영역은 상기 전자 수송 재료를 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 60

유기 발광 소자를 포함하는 발광 디바이스에 있어서,

양극과 음극 사이에 삽입된 유기 화합물막;

상기 양극과 접촉하는 홀 주입 영역; 및

상기 음극과 접촉하는 전자 주입 영역을 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 재료, 전자 수송 재료, 발광 재료 및, 상기 발광 재료에 대한 호스트 재료를 포함하고,

상기 유기 화합물막은 홀 수송 영역, 제 1 혼합 영역, 발광 영역, 제 2 혼합 영역 및, 전자 수송 영역을 포함하고, 상기 영역들은 상기 홀 수송 영역이 상기 양극에 가장 가깝고, 상기 전자 수송 영역이 상기 음극에 가장 가까운 순서로 접속되고,

상기 홀 수송 영역은 상기 홀 수송 재료를 포함하고, 상기 제 1 혼합 영역은 상기 홀 수송 재료 및 상기 호스트 재료를 모두 포함하고, 상기 발광 영역은 상기 발광 재료로 도핑된 호스트 재료를 포함하고, 상기 제 2 혼합 영역은 상기 전자 수송 재료 및 상기 호스트 재료를 모두 포함하고, 상기 전자 수송 영역은 상기 전자 수송 재료를 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 61

제 54 항에 있어서,

상기 홀 주입 영역은 루이스산(Lewis acid)으로 도핑된 복합 시스템 유기 화합물(conjugate system

organic compound)을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 62

제 56 항에 있어서,

상기 홀 주입 영역은 루이스산으로 도핑된 복합 시스템 유기 화합물을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 63

제 58 항에 있어서,

상기 홀 주입 영역은 루이스산으로 도핑된 복합 시스템 유기 화합물을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 64

제 60 항에 있어서,

상기 홀 주입 영역은 루이스산으로 도핑된 복합 시스템 유기 화합물을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 65

제 61 항에 있어서,

상기 복합 시스템 유기 화합물은 폴리머 화합물인, 발광 디바이스.

청구항 66

제 62 항에 있어서,

상기 복합 시스템 유기 화합물은 폴리머 화합물인, 발광 디바이스.

청구항 67

제 63 항에 있어서,

상기 복합 시스템 유기 화합물은 폴리머 화합물인, 발광 디바이스.

청구항 68

제 64 항에 있어서,

상기 복합 시스템 유기 화합물은 폴리머 화합물인, 발광 디바이스.

청구항 69

제 61 항에 있어서,

상기 루이스산은 할로겐 원소를 포함하는 화합물인, 발광 디바이스.

청구항 70

제 62 항에 있어서,

상기 루이스산은 할로겐 원소를 포함하는 화합물인, 발광 디바이스.

청구항 71

제 63 항에 있어서,

상기 루이스산은 할로겐 원소를 포함하는 화합물인, 발광 디바이스.

청구항 72

제 64 항에 있어서,

상기 루이스산은 할로겐 원소를 포함하는 화합물인, 발광 디바이스.

청구항 73

제 55 항에 있어서,

상기 전자 주입 영역은 루이스 염기로 도핑된 복합 시스템 유기 화합물을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 74

제 56 항에 있어서,

상기 전자 주입 영역은 루이스 염기로 도핑된 복합 시스템 유기 화합물을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 75

제 59 항에 있어서,

상기 전자 주입 영역은 루이스 염기로 도핑된 복합 시스템 유기 화합물을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 76

제 60 항에 있어서,

상기 전자 주입 영역은 루이스 염기로 도핑된 복합 시스템 유기 화합물을 포함하는, 발광 디바이스.

청구항 77

제 73 항에 있어서,

상기 루이스 염기는 알칼리 금속 원소를 포함하는 화합물인, 발광 디바이스.

청구항 78

제 74 항에 있어서,

상기 루이스 염기는 알칼리 금속 원소를 포함하는 화합물인, 발광 디바이스.

청구항 79

제 75 항에 있어서,

상기 루이스 염기는 알칼리 금속 원소를 포함하는 화합물인, 발광 디바이스.

청구항 80

제 76 항에 있어서,

상기 루이스 염기는 알칼리 금속 원소를 포함하는 화합물인, 발광 디바이스.

청구항 81

제 53 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서부터 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 82

제 54 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서부터 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 83

제 55 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서부터 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 84

제 56 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서부터 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 85

제 57 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서부터 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 86

제 58 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서부터 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 87

제 59 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서부터 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 88

제 60 항에 있어서,

상기 유기 발광 소자는 삼중 여기 상태에서부터 빛을 방출하는, 발광 디바이스.

청구항 89

제 53 항에 있어서,

상기 제 1 혼합 영역 및 상기 제 2 혼합 영역중 적어도 한 영역은 농도 경사도(gradient)를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 90

제 54 항에 있어서,

상기 제 1 혼합 영역 및 상기 제 2 혼합 영역중 적어도 한 영역은 농도 경사도를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 91

제 55 항에 있어서,

상기 제 1 혼합 영역 및 상기 제 2 혼합 영역중 적어도 한 영역은 농도 경사도를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 92

제 56 항에 있어서,

상기 제 1 혼합 영역 및 상기 제 2 혼합 영역중 적어도 한 영역은 농도 경사도를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 93

제 57 항에 있어서,

상기 제 1 혼합 영역 및 상기 제 2 혼합 영역중 적어도 한 영역은 농도 경사도를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 94

제 58 항에 있어서,

상기 제 1 혼합 영역 및 상기 제 2 혼합 영역중 적어도 한 영역은 농도 경사도를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 95

제 59 항에 있어서,

상기 제 1 혼합 영역 및 상기 제 2 혼합 영역중 적어도 한 영역은 농도 경사도를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 96

제 60 항에 있어서,

상기 제 1 혼합 영역 및 상기 제 2 혼합 영역중 적어도 한 영역은 농도 경사도를 갖는, 발광 디바이스.

청구항 97

제 53 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 98

제 54 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 99

제 55 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 100

제 56 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 101

제 57 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 102

제 58 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 103

제 59 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

청구항 104

제 60 항에 따른 발광 디바이스를 포함하는, 전자 제품.

도면

図 1a

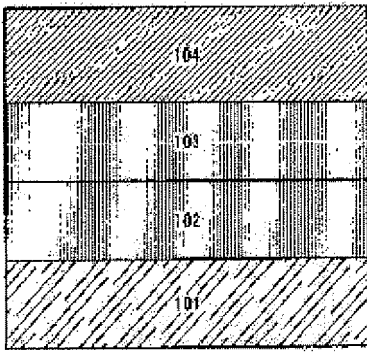


図 1b

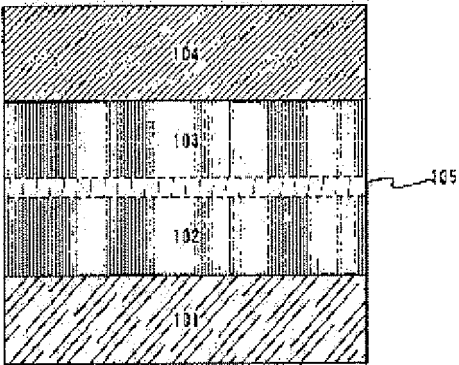
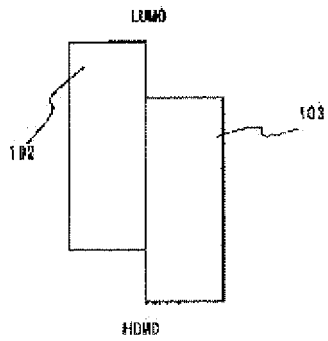


図 1c



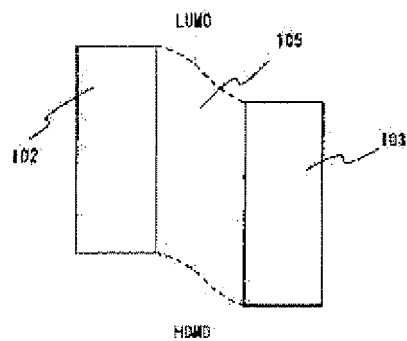


FIG. 2

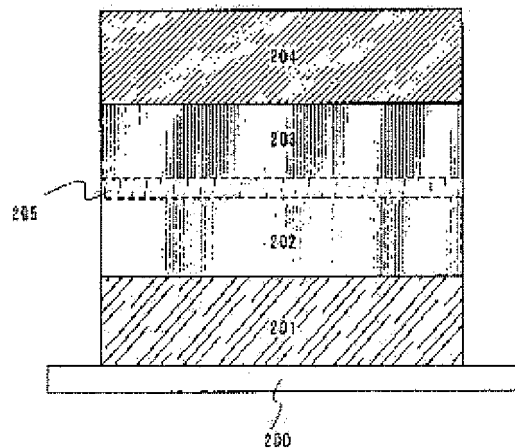


FIG. 3

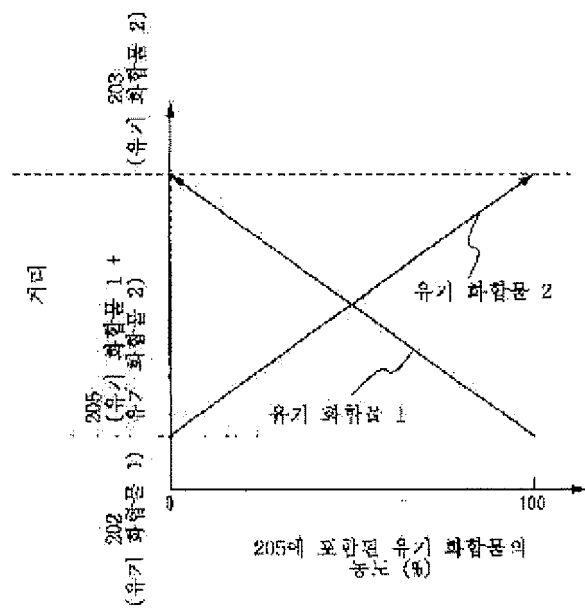


Fig. 3a

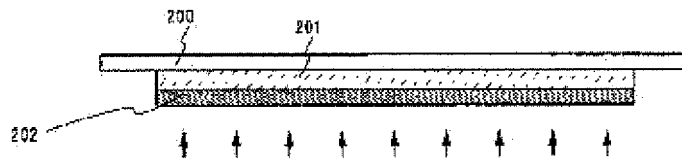


Fig. 3b



Fig. 3c

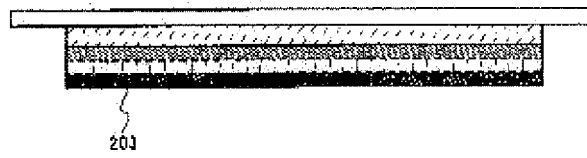


Fig. 3d

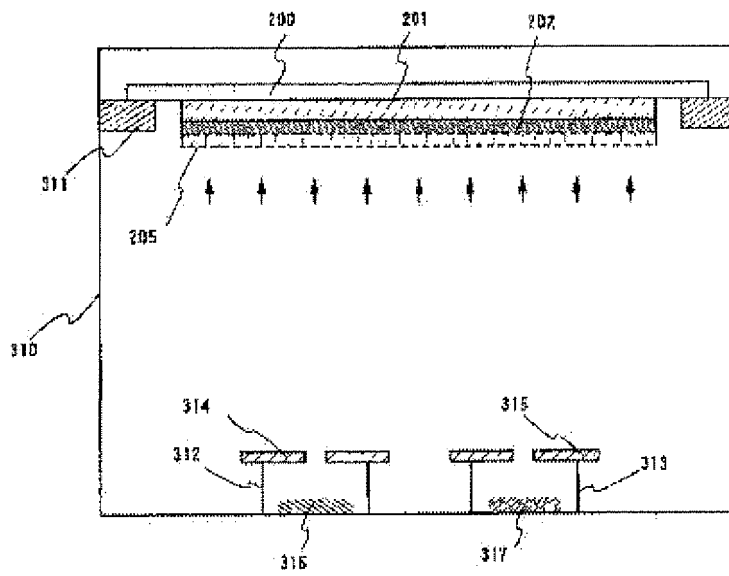


FIG 4

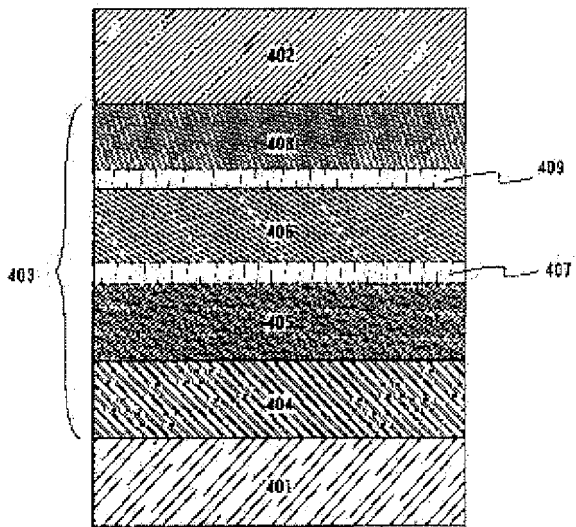
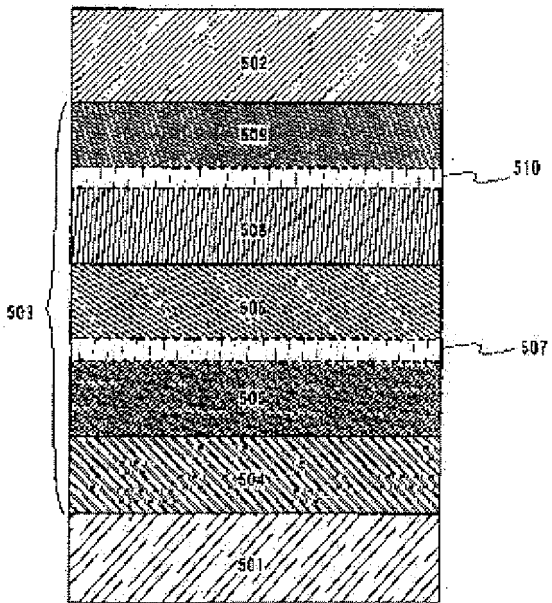


FIG 5



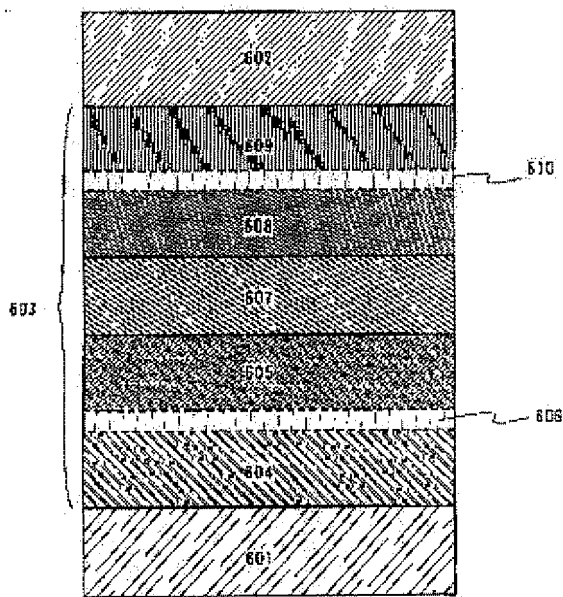


FIG. 7a

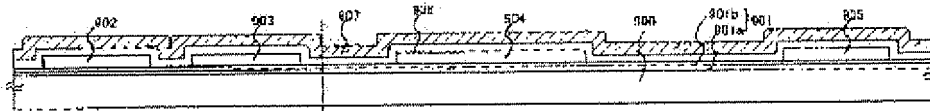


FIG. 7b



FIG. 7c

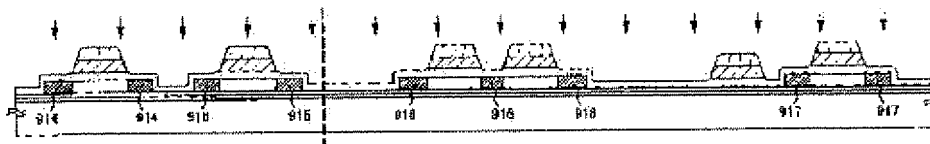
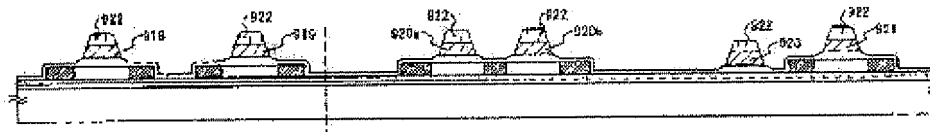
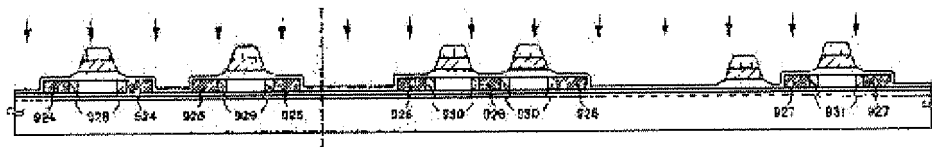


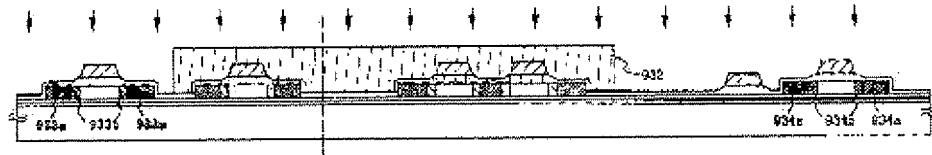
FIG. 7d



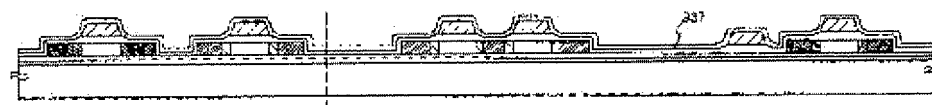
도면 8a



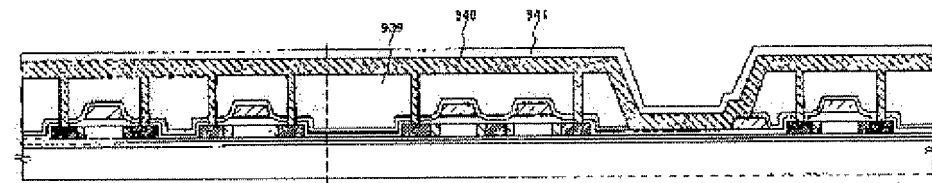
도면 8b



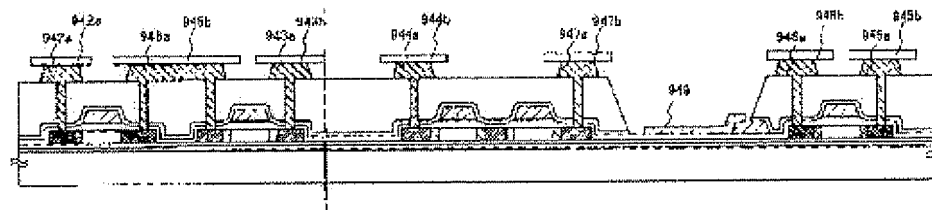
도면 8c



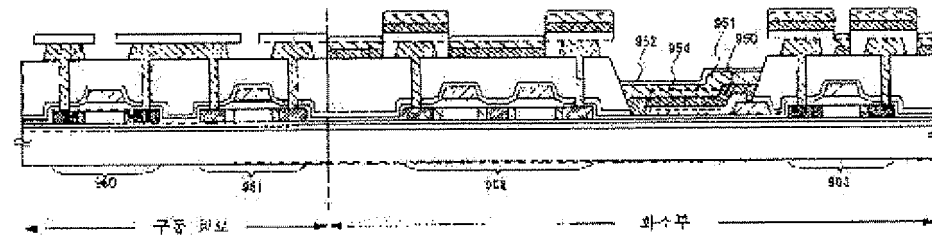
도면 8d



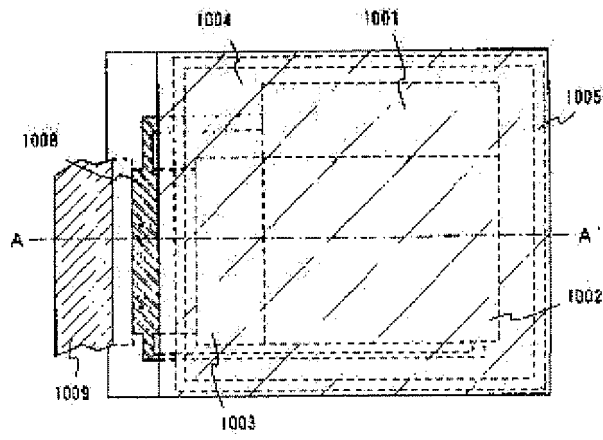
도면 8e



도면 8f



도면 10a



도면 10b

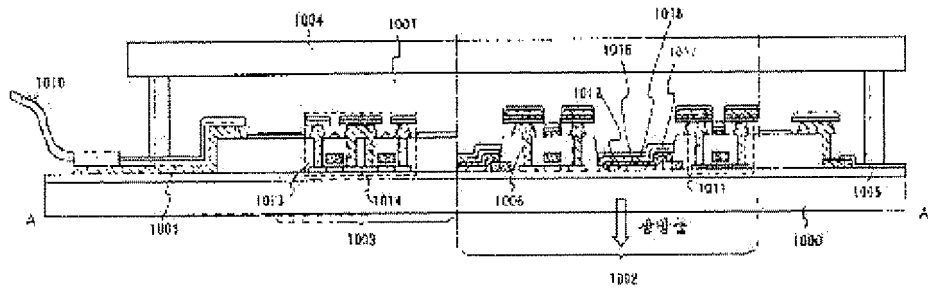


図11

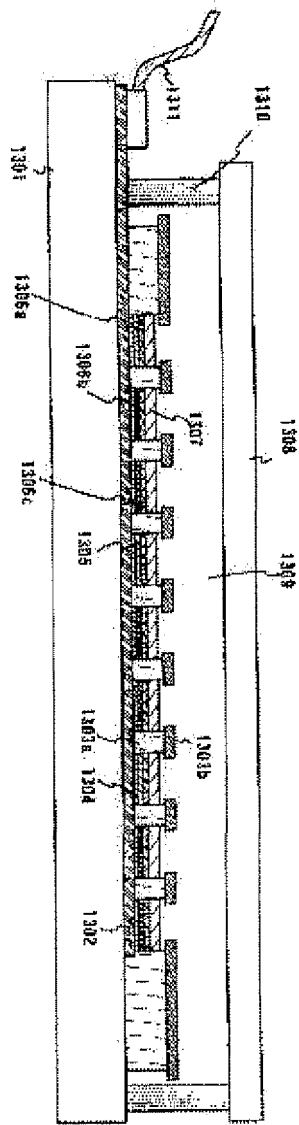


図12a

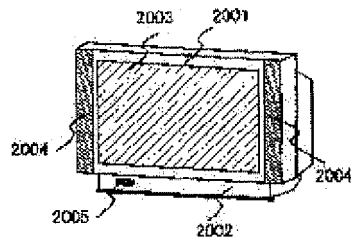


图 12b

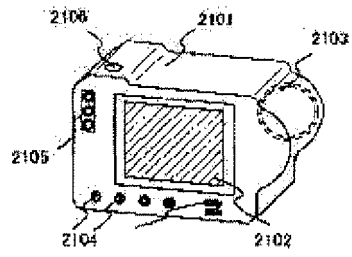


图 12c

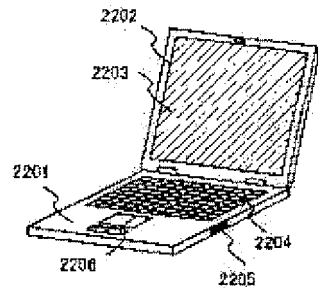


图 12d

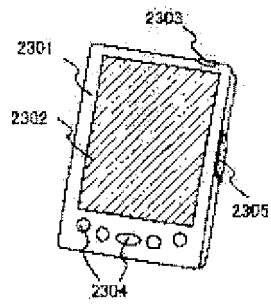
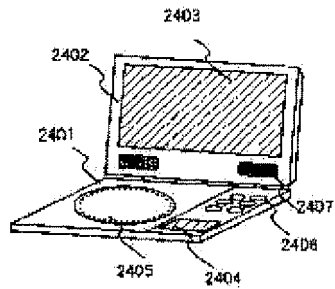
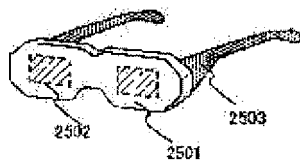


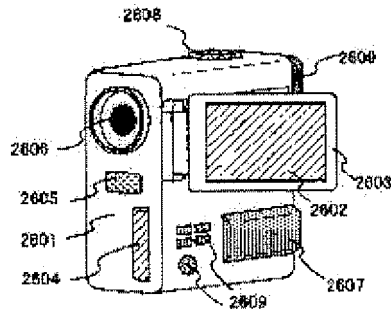
图 12e



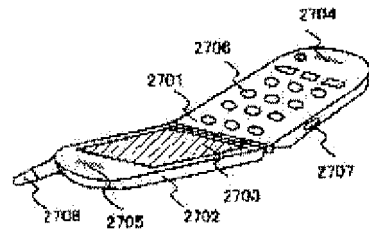
도면 12f



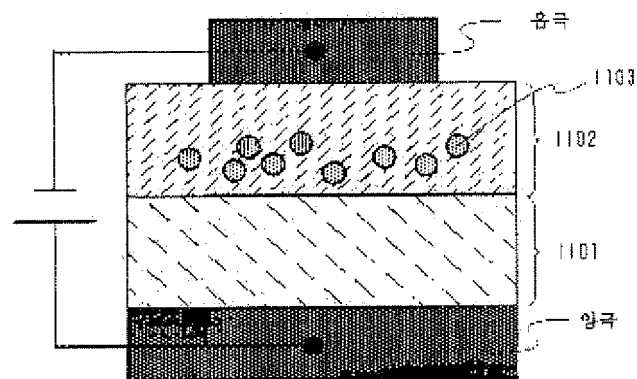
도면 12g



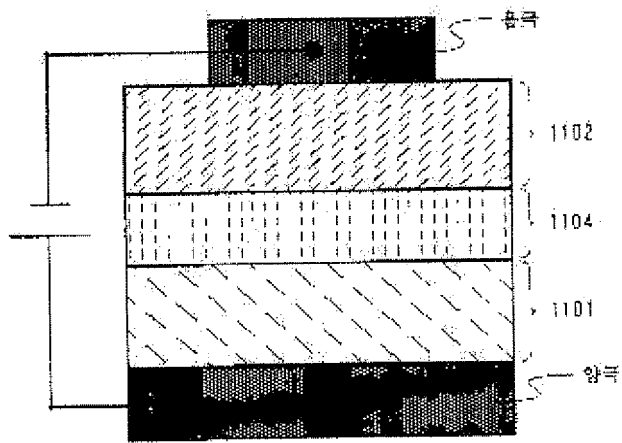
도면 12h



도면 13a



도면 13b



도면 14

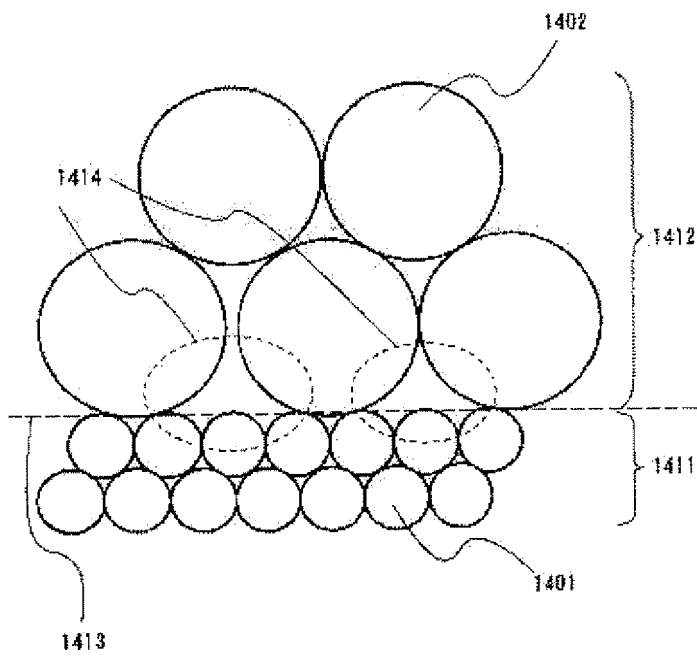


FIG 16

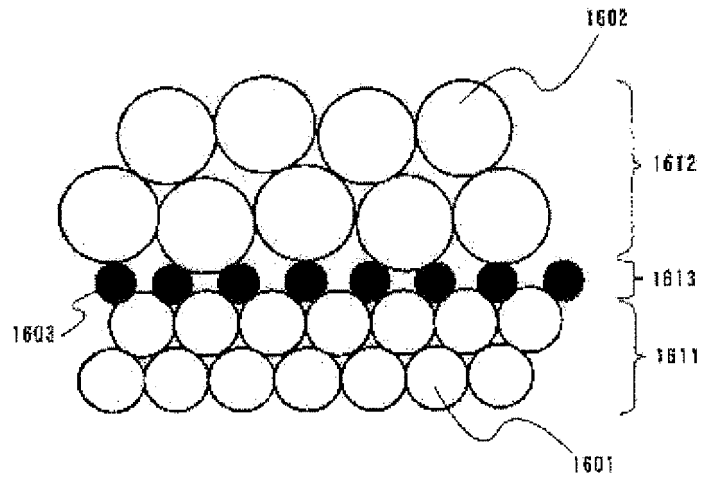
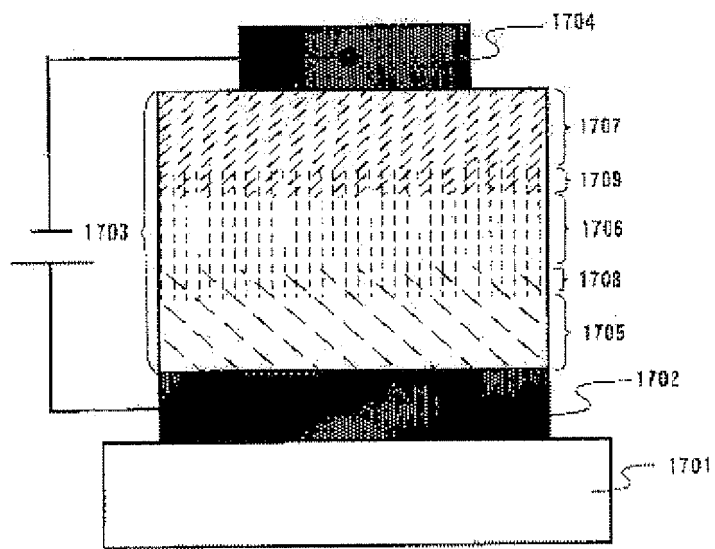
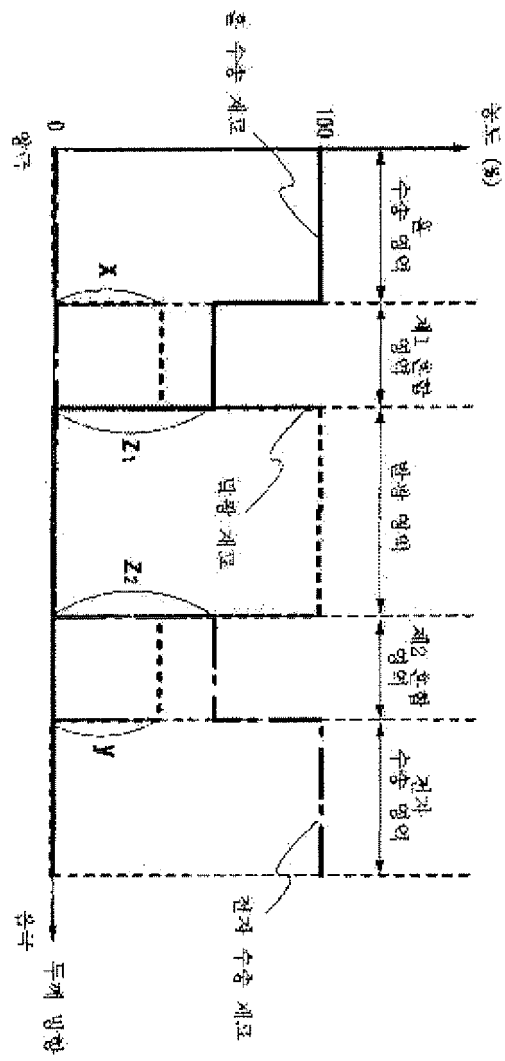


FIG 17





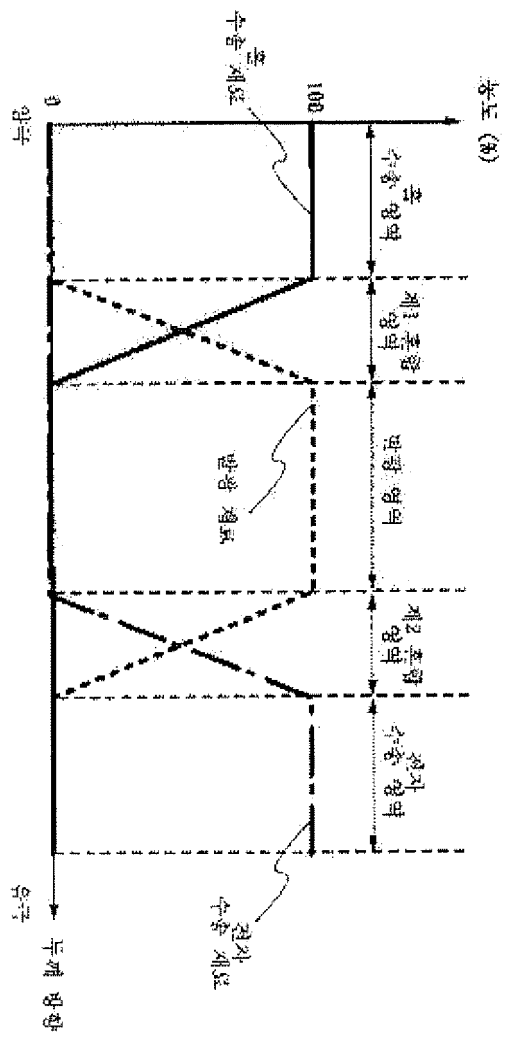


FIG. 20

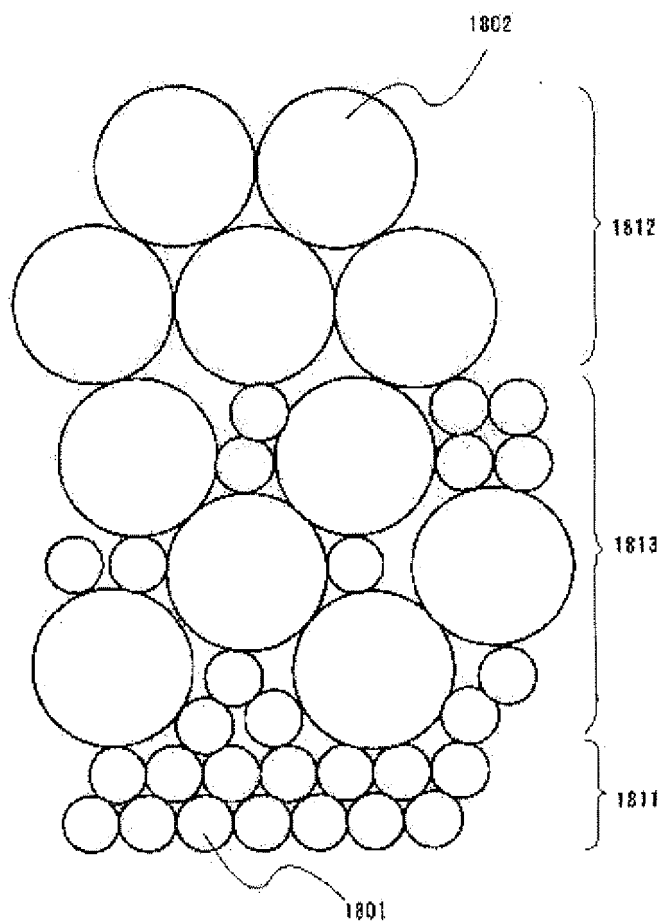


FIG. 21a

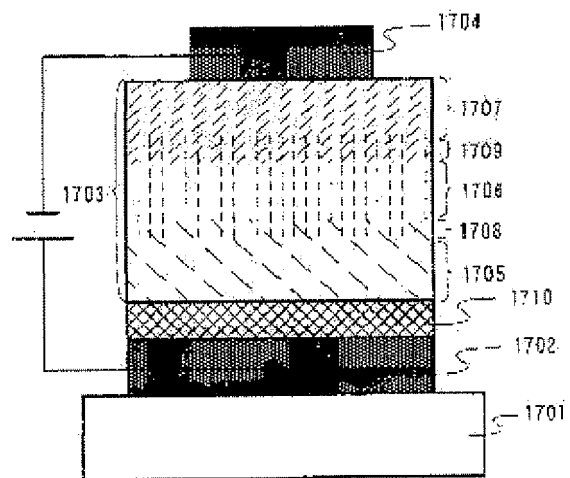


FIG. 21b

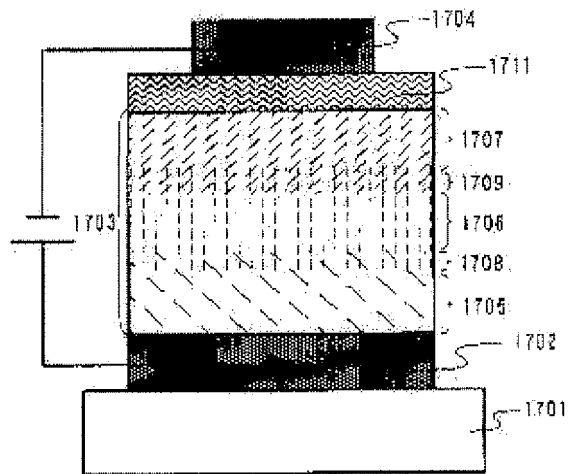
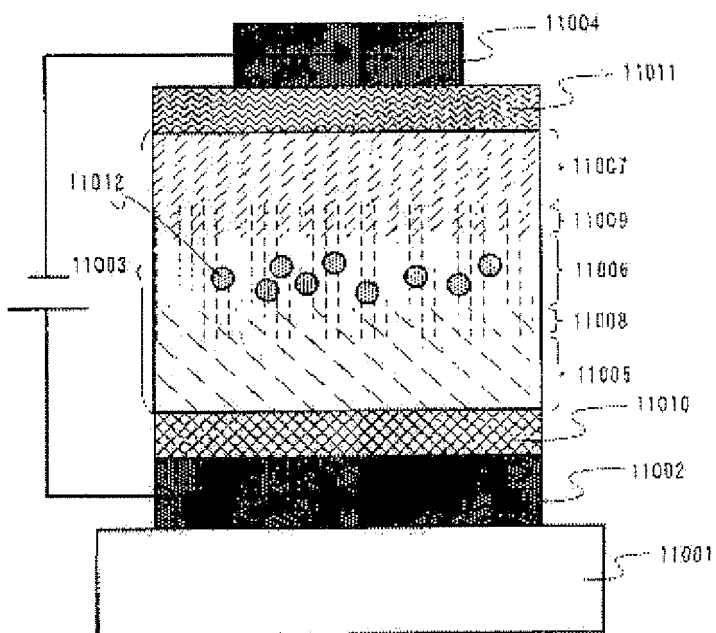
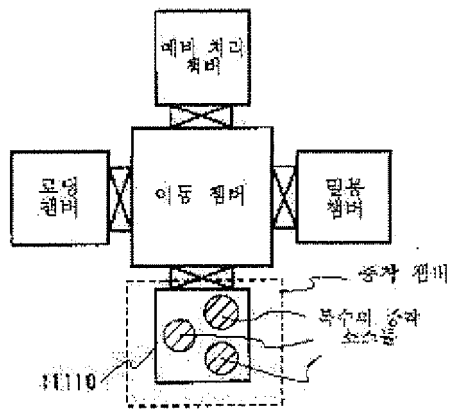


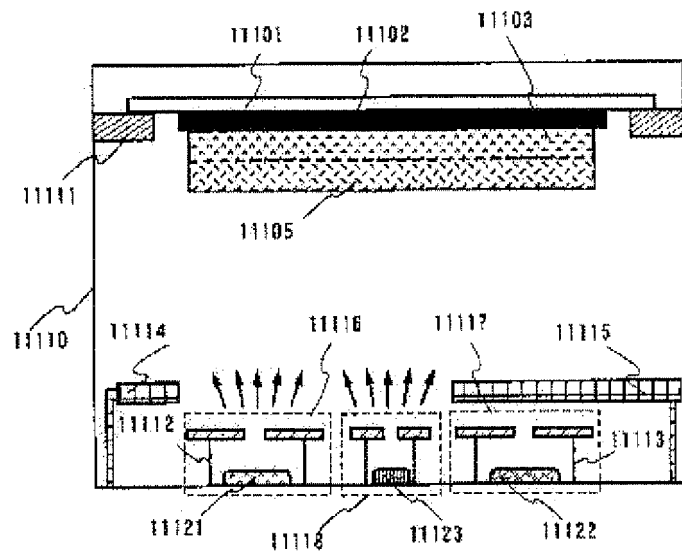
FIG. 22



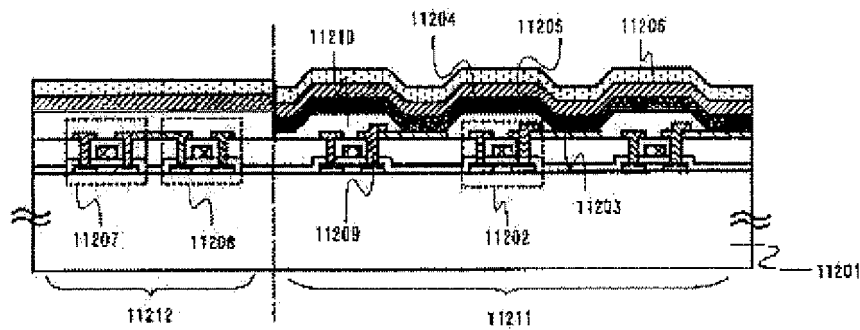
도 182a



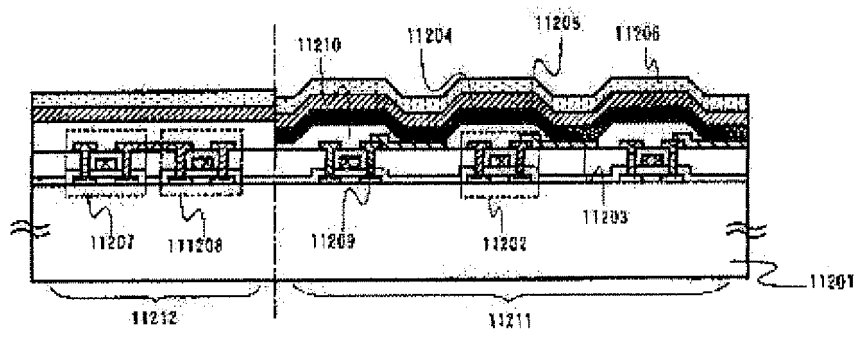
도 182b



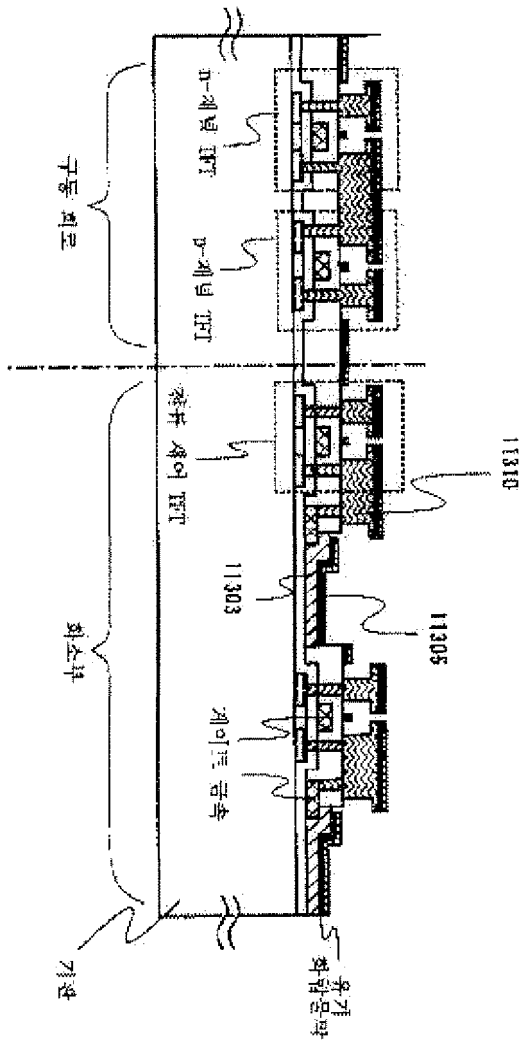
도 182c



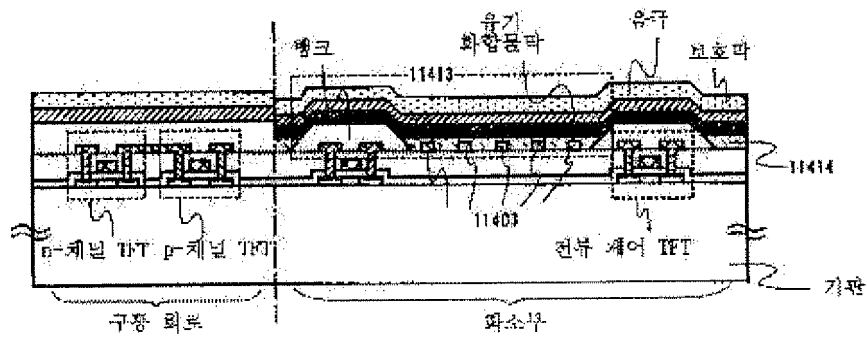
도면29b



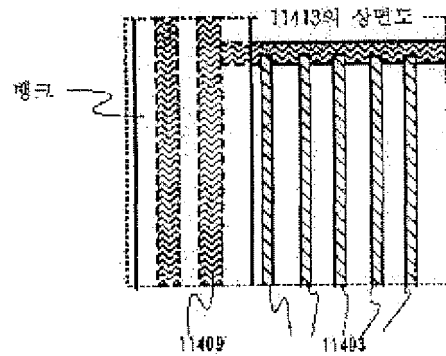
도면29



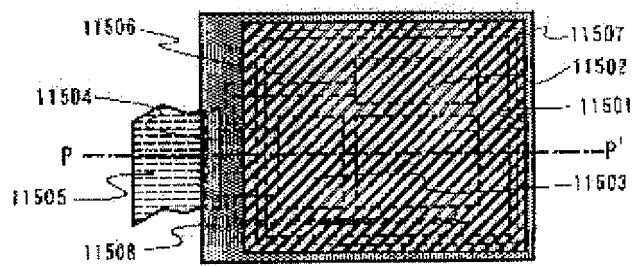
도 23a



도 23b



도 27a



도 27b

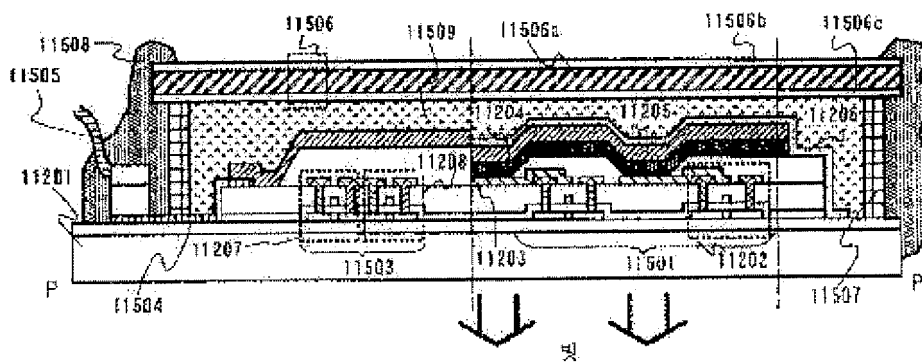


図28

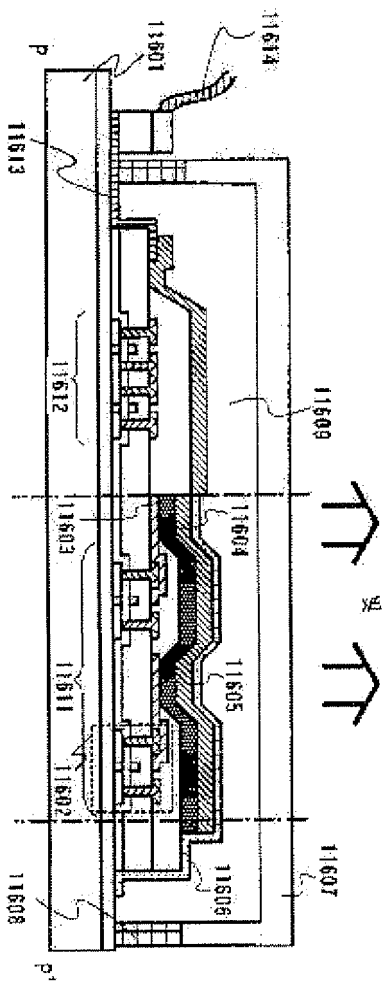
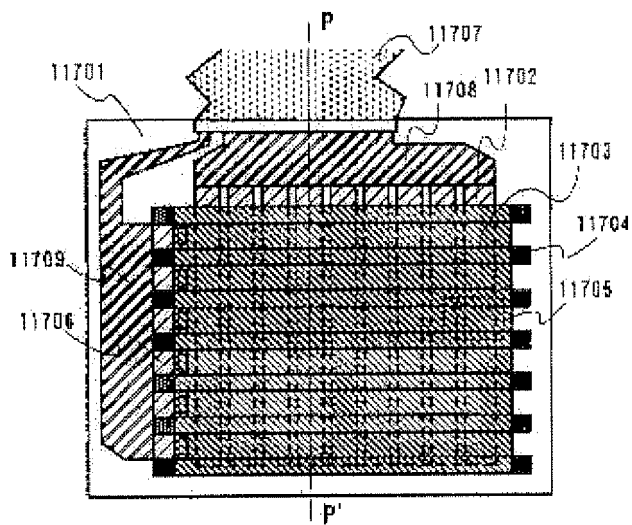
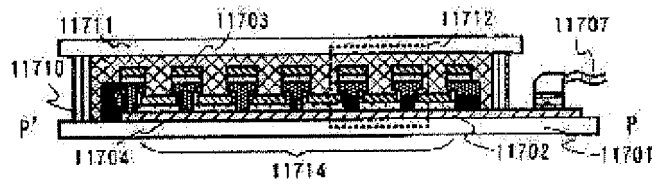


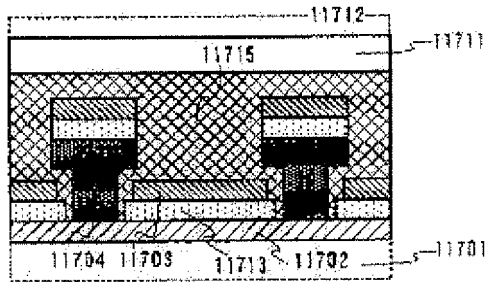
図29



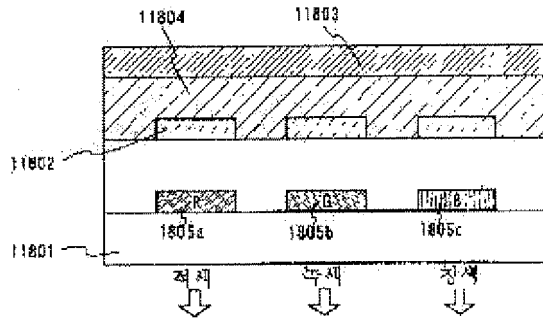
도 29a



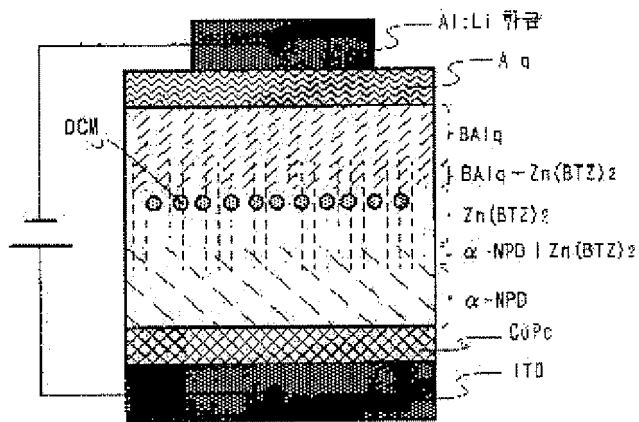
도 29b



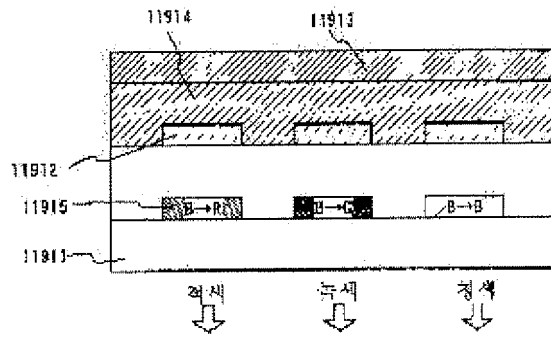
도 29c



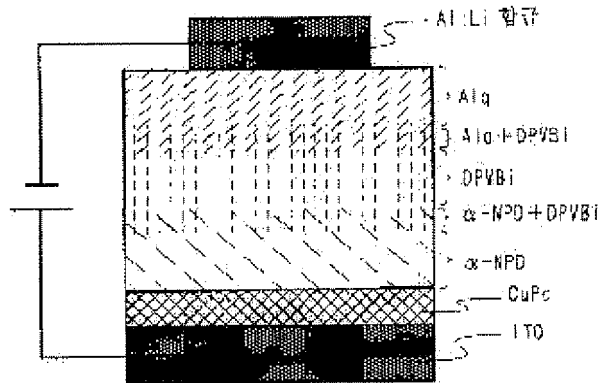
도 29d



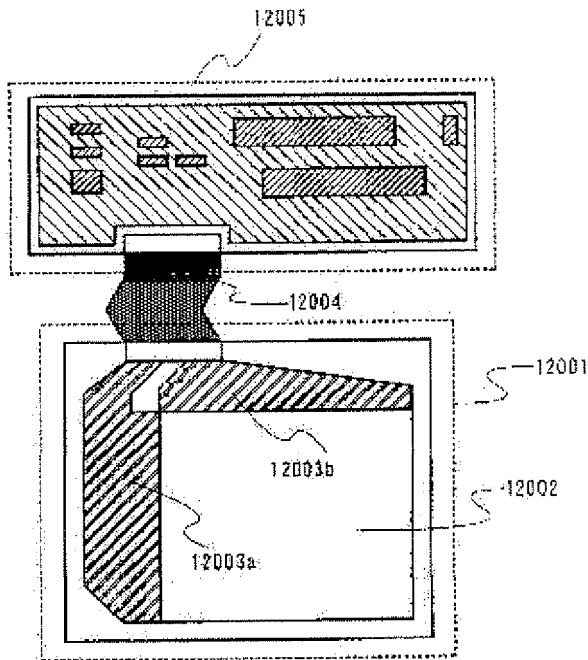
도 31a



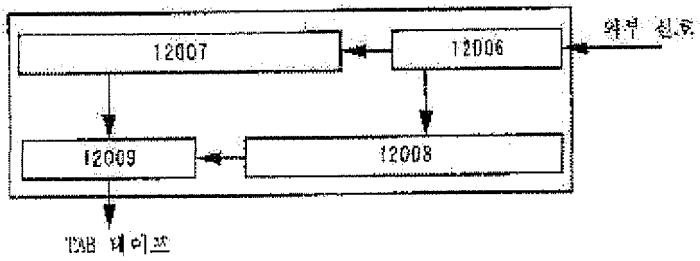
도 31b



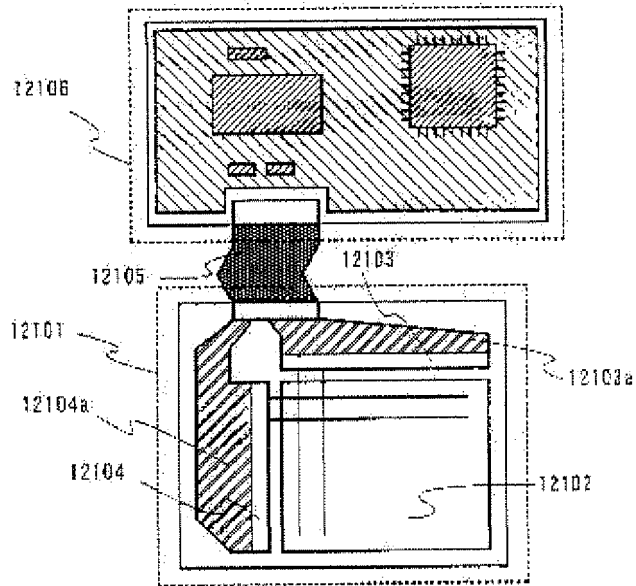
도 32a



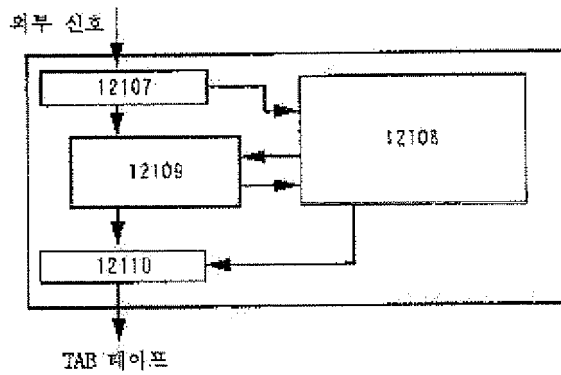
도 32b



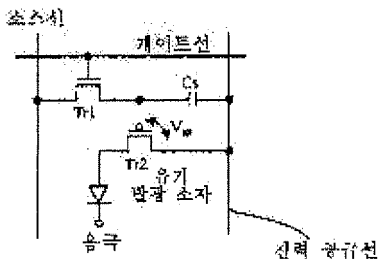
도 33a



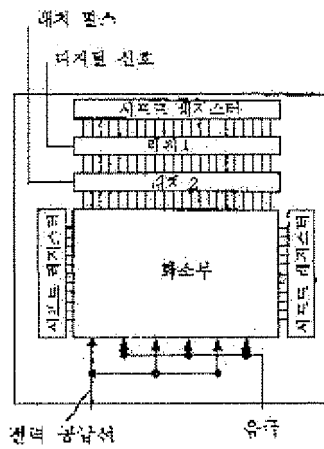
도 33b



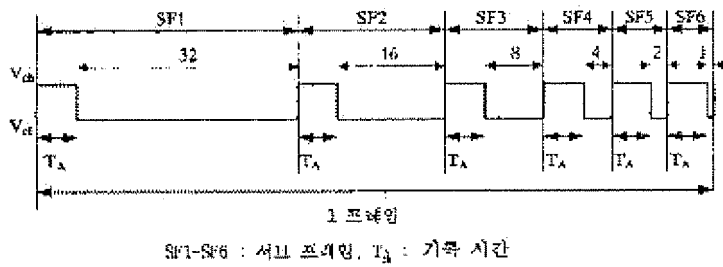
도 1934a



도 1934b



도 1934c



도 1935a

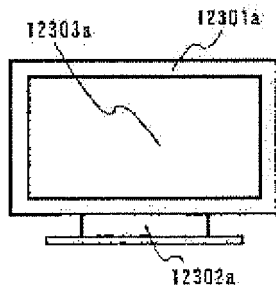


FIG. 35b

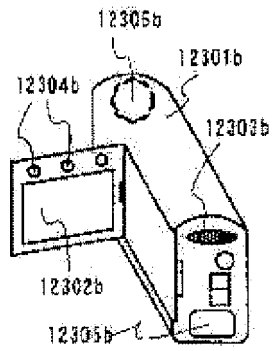


FIG. 35c

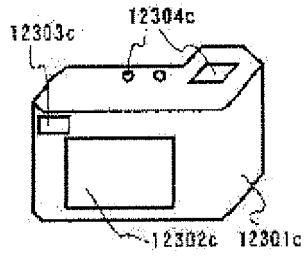


FIG. 35d

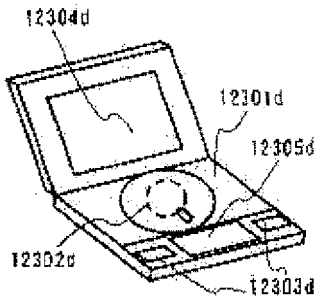


FIG. 35e

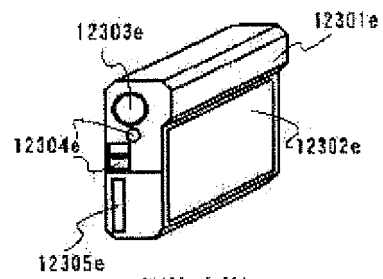


図 35f

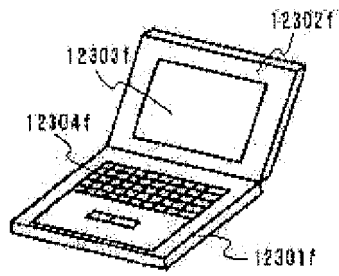


図 36a

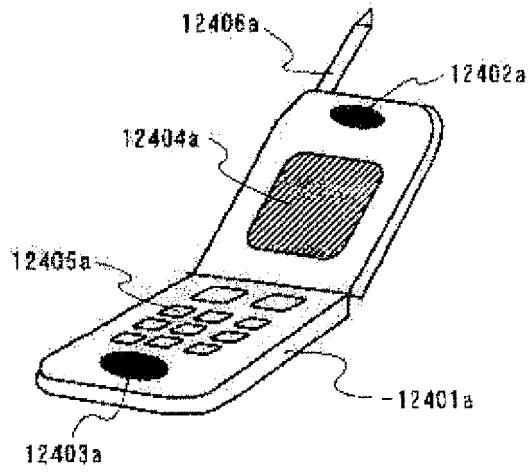
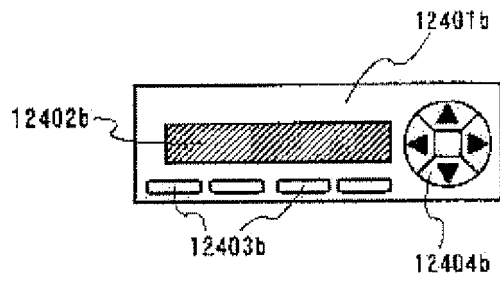


図 36b



4-1937

